

TOWER AND POWERHOUSE
OF
NIKOLA TESLA EXP.



HIGH POTENTIAL
TERMINAL
AND
POWERHOUSE
FOR
NIKOLA TESLA E/S.

ARCHITECT:
TITUS DE BOBULA
N.Y. CITY

SCALE 0 5 10 20 FEET

TOWER

FAÇADE

POWER-ROOM

31'

16'-5"

13'-5"

114'-10"

MUZEJ NIKOLE TESLE



TOWER AND TRANSMITTER
FOR
NIKOLA TESLA ESQ.

USED

MUZEJ NIKOLE TESLE

NEW ART

of

PROJECTING CONCENTRATED NON-DISPERSIVE ENERGY THROUGH NATURAL MEDIA

Briefly Exposed
by

NIKOLA TESLA

The advances to be described are the result of my researches and experiments carried on for many years with the chief object of transmitting electrical energy to great distances. The first important practical realization of these efforts was the alternating current power system now in universal use. I then turned my attention to wireless transmission and was fortunate enough to achieve similar success in this fruitful field, my discoveries and inventions being employed throughout the world. In the course of this work I mastered the technique of high potentials sufficiently for enabling me to construct and operate, in 1899, a wireless transmitter developing up to twenty million volts. Some time before I had contemplated the possibility of transmitting such high tension currents over a narrow beam of radiant energy ionizing the air and rendering it, in a measure, conductive. After preliminary laboratory experiments I made tests on a large scale with the transmitter referred to and a

NIKOLA TESLA NEW YORK

F.J.Z.E.J. NIKOLA TESLA

Andrew Marton Collection, Western Union Archives - Papers of Nikola Tesla, Particle Beam Proposal, 1936-1942, 183, 1934, 1778, Part 1

beam of ultra-violet rays of great energy in an attempt to conduct the current to the high rarefied strata of the air and thus create an auroral display such as might be utilized for illumination, especially of oceans, at night. I found that there was some virtue in the principle but the results did not justify the hope of important practical applications although, some years later, several inventors claimed to have produced a "death ray" in this manner. While the published reports to this effect were entirely unfounded, I believe that with the new transmitter to be built this and many other wonders will be achieved. Much time was also devoted by me to the transmission of radiant energy, in various forms, by reflectors and I perfected means for increasing enormously the intensity of the effects, but was baffled in all my efforts to materially reduce dispersion and became fully convinced that this handicap could only be overcome by conveying the power through the medium of small particles projected, at prodigious velocity, from the transmitter. Electrostatic repulsion was the only means to this end and apparatus of stupendous force would have to be developed, but granted that sufficient speed and energy could be realized with a single row of minute bodies then there would be no dispersion whatever even at the greatest distance. Since the cross section of

NIKOLA TESLA NEW YORK

MUZEJ NIKOLE TESLE

the carriers might be reduced to almost microscopic dimensions an immense concentration of energy, irrespective of distance, could be attained.

When I undertook to carry out this plan in practice the difficulties seemed insurmountable. In the first place, a closed vacuum tube could not be employed as no window could withstand the force of the impact. This made it absolutely necessary to project the particles in free air which meant that each could hold only an insignificant charge. Thus, no matter how high the potential of the terminal, the force of repulsion would be necessarily too small for the purpose contemplated. In illustration, reference may be made to a plant erected by me in 1903, a photograph of which is shown on the annexed sheet and which was provided with a spherical high potential terminal twenty meters in diameter. Now, a sphere of a radius $R = 1000$ centimeters can be charged to a potential of $100 \times R = 10^5$ e.s. units or 3×10^7 volts and will then contain a quantity of electricity $Q = 100 \times R^2 = 10^8$ e.s. units. With this charge the electric surface density will be a little less than 8 e.s. units and the limit of the dielectric strength of the air is reached. Similarly, the charge stored on a small particle of radius r will

NIKOLA TESLA NEW YORK

MUZEJ NIKOLE TESLE

Andrew Marton MSS - Tesla Writings - Papers - The Tesla Particle Beam Proposal - 1938 - 1942 1183, 1974 1176 Box 7

be limited to the value $q = 100\ r^2$. If $r = 1/100$ of one centimeter, for example, then $q = 1/100$ e.s. units. Thus the force repelling the particle at the distance R will be $Qq/R^2 = 1$ dyne only. So that, with all the known resources of the previous art, and even a huge terminal as assumed, charged to the maximum pressure of thirty millions of volts, any attempt to project particles to great distance with destructive effect, would be futile. But by the application of my discoveries and inventions it is possible to increase the force of repulsion more than a million times and what was heretofore impossible, is rendered easy of accomplishment. The successful carrying out of the plan involves a number of more or less important improvements but the principal among these are the following:

1. A new form of high vacuum tube open to the atmosphere.
2. Provisions for imparting to a minute particle an extremely high charge.
3. A new terminal of relatively small dimensions and enormous potential.
4. An electro-static generator on a new principle and of very great power.

These devices and methods of operation will be

FIG. 1
ILLUSTRATING OPEN VACUUM TUBE

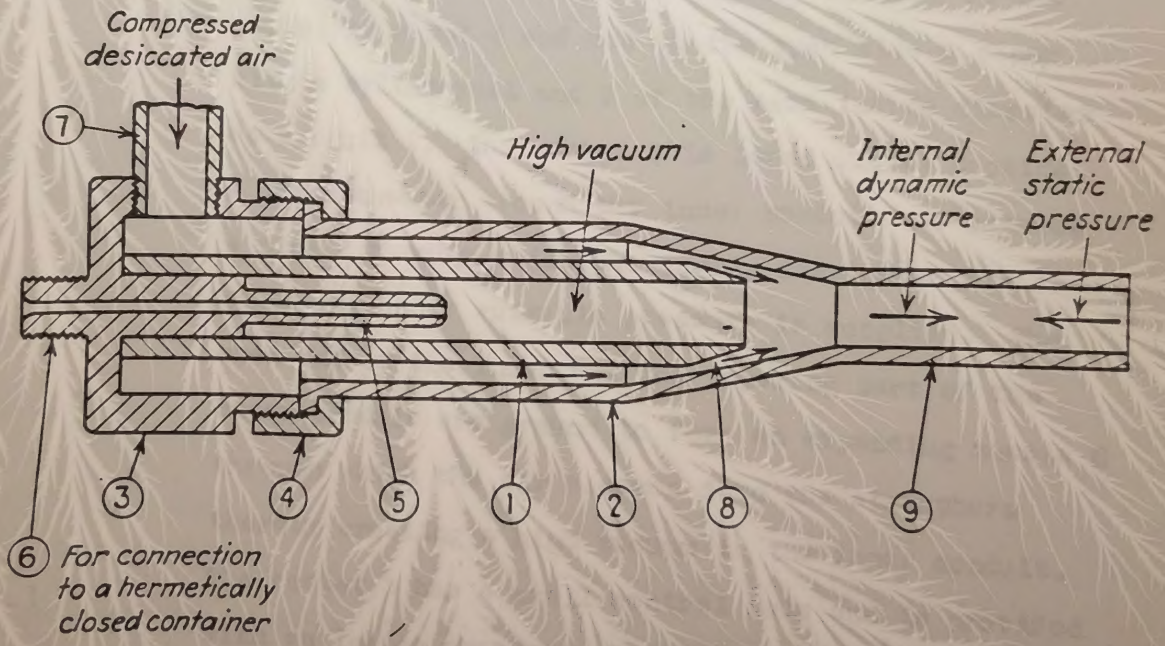
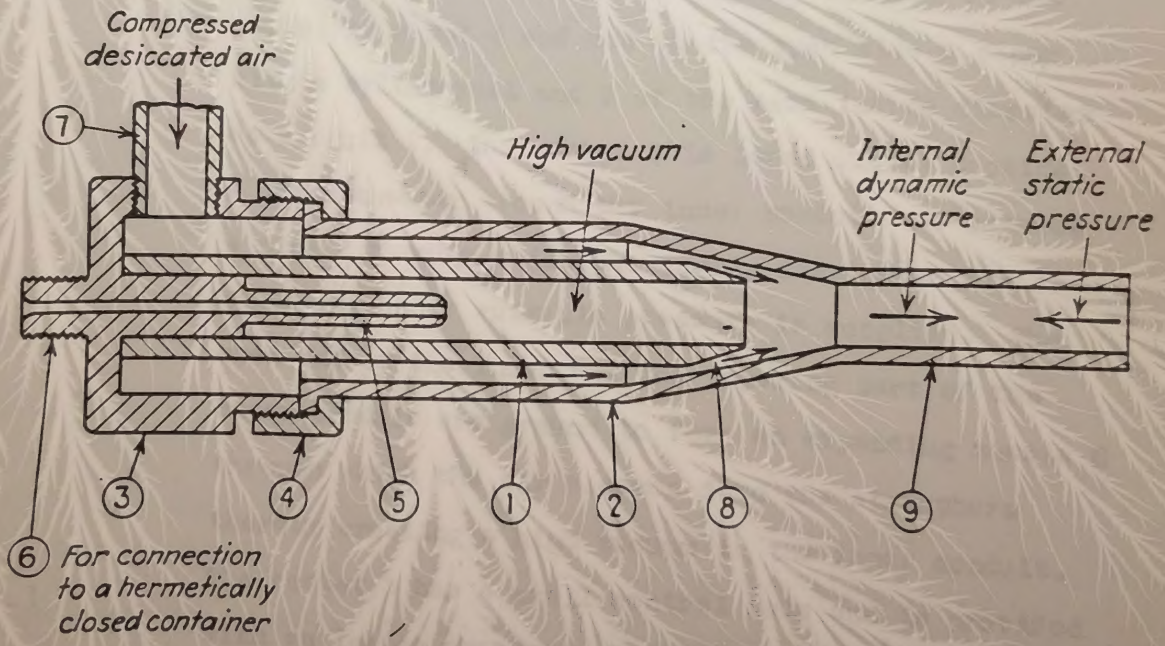


FIG. 1
ILLUSTRATING OPEN VACUUM TUBE



NIKOLA TESLA NEW YORK
MUZEJ N. TESLE

explained by reference to the attached drawings in which Fig.1 and Fig.2 represent forms of the new open vacuum tube.

In Fig.1 the device consists of an inner cylindrical conduit 1 cemented to a metallic socket 3 and an outer conduit 2 which is tightly screwed to the socket by a nut 4 and has on the open side a taper with a cylindrical end 9 of the same inside diameter as conduit 1. The socket 3 is bored out to provide a large chamber around the inner conduit and carries a pipe 7 through which thoroughly dessicated air or other gas under suitable pressure is supplied. The open end of the inner and the tapering part of the outer conduit are ground to form an expanding nozzle 8 through which the air escapes into the atmosphere thereby creating a high vacuum in the inner conduit. The socket 3 has a small central hole and is provided with an inside extension 5 and a threaded outside projection 6, the lattor serving for connection to a container supplying automatically suitable particles or material for same while the former fulfils the purpose of charging them as they emerge from the hole. The conduits 1 and 2 may be made of fused quartz, pyrex glass or other refractory material and it is obviously desiruble that all parts of the apparatus

Anders MSS
Tesla writings - Papers - The Tesla Particle Beam Project - 1930 - 1942 1943 1944 1778 Part 1

NIKOLA TESLA NEW YORK

MUZEJ NIKOLE TESLE

explained by reference to the attached drawings in which Fig.1 and Fig.2 represent forms of the new open vacuum tube.

In Fig.1 the device consists of an inner cylindrical conduit 1 cemented to a metallic socket 3 and an outer conduit 2 which is tightly screwed to the socket by a nut 4 and has on the open side a taper with a cylindrical end 9 of the same inside diameter as conduit 1. The socket 3 is bored out to provide a large chamber around the inner conduit and carries a pipe 7 through which thoroughly dessicated air or other gas under suitable pressure is supplied. The open end of the inner and the tapering part of the outer conduit are ground to form an expanding nozzle 8 through which the air escapes into the atmosphere thereby creating a high vacuum in the inner conduit. The socket 3 has a small central hole and is provided with an inside extension 5 and a threaded outside projection 6, the latter serving for connection to a container supplying automatically suitable particles or material for same while the former fulfils the purpose of charging them as they emerge from the hole. The conduits 1 and 2 may be made of fused quartz, pyrex glass or other refractory material and it is obviously desirable that all parts of the apparatus

NIKOLA TESLA NEW YORK

have small and nearly equal coefficients of thermal expansion especially when the working medium, which might also be superheated steam, is at an elevated temperature.

It will be observed that in this tube I do away with the solid wall or window indispensable in all types heretofore employed, producing the high vacuum required and preventing the inrush of the air by a gaseous jet of high velocity. Evidently, to secure this result, the dynamic pressure of the jet must be, at least, equal to the external static pressure. Expressed in symbols

$$V^2 w/2g = P$$

Assuming equality

$$V = \sqrt{2g\ P/w}$$

in which equation V is the speed of the jet at its entrance to channel 9 in meters, g the acceleration of gravity likewise in meters, P the external pressure in kilograms per square meter and w the normal weight of the air in kilograms per cubic meter. Now

$$g = 9.81 \text{ meters}$$

$$P = 10332.9 \text{ kilograms}$$

$$w = 1.2929 \text{ kilograms}$$

These values give

$$V = 396 \text{ meters}$$

NIKOLA TESLA NEW YORK

have small and nearly equal coefficients of thermal expansion especially when the working medium, which might also be superheated steam, is at an elevated temperature.

It will be observed that in this tube I do away with the solid wall or window indispensable in all types heretofore employed, producing the high vacuum required and preventing the inrush of the air by a gaseous jet of high velocity. Evidently, to secure this result, the dynamic pressure of the jet must be, at least, equal to the external static pressure. Expressed in symbols

$$V^2 w/2g = P$$

Assuming equality

$$V = \sqrt{2g\ P/w}$$

in which equation V is the speed of the jet at its entrance to channel 9 in meters, g the acceleration of gravity likewise in meters, P the external pressure in kilograms per square meter and w the normal weight of the air in kilograms per cubic meter. Now

$$g = 9.81 \text{ meters}$$

$$P = 10332.9 \text{ kilograms}$$

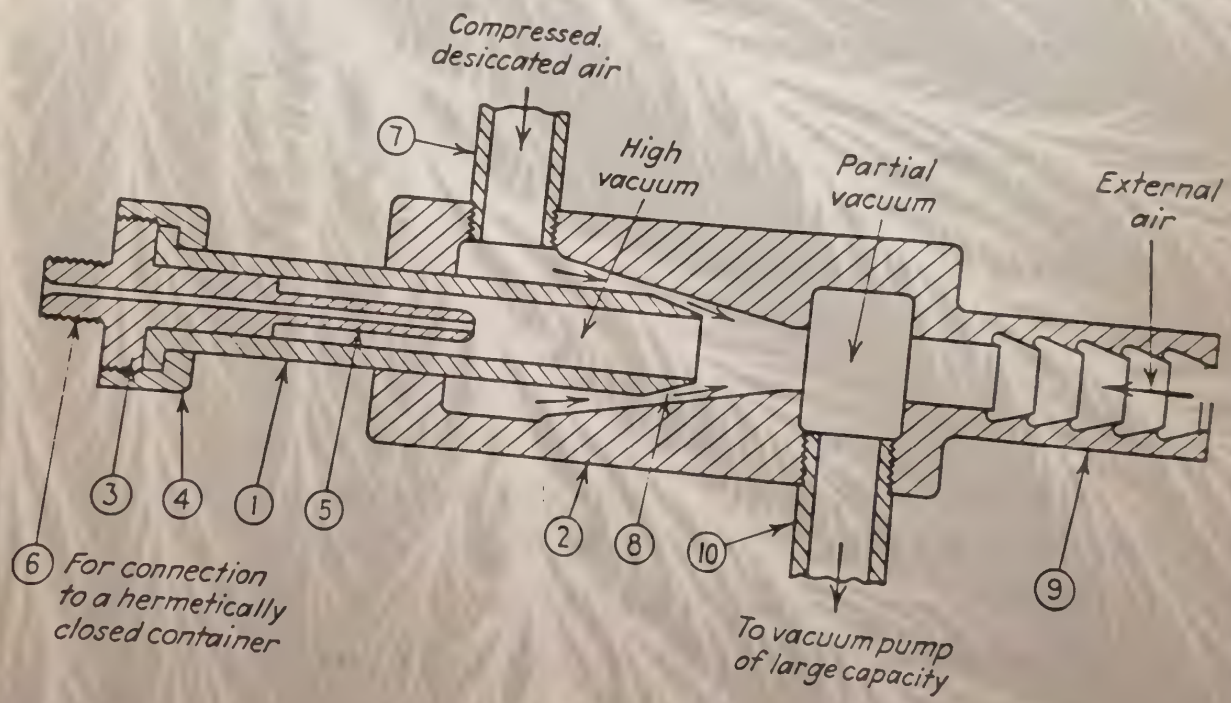
$$w = 1.2929 \text{ kilograms}$$

These values give

$$V = 396 \text{ meters}$$

FIG. 2

SHOWING A MODIFIED FORM OF OPEN VACUUM TUBE



NIKOLA TESLA NEW YORK

MUZEJ NIKOLE TESLE

Some allowance should be made for the frictional loss in the nozzle and outlet channel and also for the deflection of the jet. For most purposes the velocity need not be much greater, but as the degree of rarefaction depends on the square of V it is desirable to obtain as high a value as practicable. Usually vacua obtained by a mercury vapor pump are considered very high. In these the velocity is only 280 meters per second but the vapor is 6.9 times heavier than air. Therefore, to get the same vacuum with an air jet its speed should be $280 \times \sqrt{6.9} = 735$ meters. With a working medium at high temperature and pressure, both within practicable limits, this value can be attained and even exceeded. Thus a gaseous jet of very high velocity affords a means for closing the end of the tube more perfect than any window that can be made while at the same time permitting and facilitating the exit of the particles.

Referring to Fig.2 it shows schematically a modified form of my tube intended for various scientific and practical uses when it may be preferable or necessary not to discharge the jet through the open end. The construction of the device will be easily understood in view of the foregoing description like parts being similarly designated. A cylindrical conduit 1 is provided as

NIKOLA TESLA NEW YORK
MUZEJ NIKOLE TESLE

in Fig.1, but the outer one is replaced by a block 2 of lava or other insulating material shaped as indicated and firmly cemented to the conduit 1 which is hermetically joined by nut 4 to a metallic plug 3 having a central hole, and extensions 5 and 6 serving the purposes stated above. The working fluid, as compressed dessicated air, is supplied by means of a pipe 7 to a large annular space around conduit 1 and escapes, through an expanding nozzle 8 formed by the tapering part of the block and the end of the conduit, into a chamber connected by a pipe 10 to a vacuum pump of large capacity - not shown in the drawing - for carrying off not only the air issuing from the nozzle but also that rushing in from the outside through the open end 9. In order to minimize the volume of the latter I avail myself of an invention of mine known as "valvular conduit" by providing the wall of the open end 9 with recesses as indicated giving rise to whirls and eddies which use up some of the energy of the stream and reduce its velocity. In this way a pressure of about 100 millimeters mercury can be readily maintained in the chamber increasing greatly the expansion ratio of the air and its speed through the nozzle.

It is hardly necessary to remark that my open

NIKOLA TESLA NEW YORK
MUZEJ NIKOLE TESLE

in Fig.1, but the outer one is replaced by a block 2 of lava or other insulating material shaped as indicated and firmly cemented to the conduit 1 which is hermetically joined by nut 4 to a metallic plug 3 having a central hole, and extensions 5 and 6 serving the purposes stated above. The working fluid, as compressed dessicated air, is supplied by means of a pipe 7 to a large annular space around conduit 1 and escapes, through an expanding nozzle 8 formed by the tapering part of the block and the end of the conduit, into a chamber connected by a pipe 10 to a vacuum pump of large capacity - not shown in the drawing - for carrying off not only the air issuing from the nozzle but also that rushing in from the outside through the open end 9. In order to minimize the volume of the latter I avail myself of an invention of mine known as "valvular conduit" by providing the wall of the open end 9 with recesses as indicated giving rise to whirls and eddies which use up some of the energy of the stream and reduce its velocity. In this way a pressure of about 100 millimeters mercury can be readily maintained in the chamber increasing greatly the expansion ratio of the air and its speed through the nozzle.

It is hardly necessary to remark that my open

NIKOLA TESLA NEW YORK

MUSEUM MIKOLA TESLA

vacuum tubes require mechanical power for operation which may range from 10 to 20 h.p., but this drawback is insignificant when considering the important advantages they offer and I anticipate that they will be extensively employed.

It remains to be explained how such a tube is utilized for imparting to a particle to be projected a very great charge. Imagine that the small spherical body be placed in a nearly perfect vacuum and electrically connected to the large sphere forming the high potential terminal of the transmitter. By virtue of the connection the small sphere will then be at the potential of the large one no matter what its distance from the same but the quantity of electricity stored on the small sphere will vary greatly with the distance and be proportionate to the difference of its potential and that of the adjacent medium. If the small sphere is very close to the large one this difference will be insignificant and so too the charge; but if the small sphere is at a great distance from the large one where the potential imparted by the same to the medium approximates zero, the quantity q of electricity stored on the small one will be relatively enormous and equal to Cr/R. To illustrate, if r = 1/100 c.m. and R = 1000 c.m. and C = 10^8 e.s.

NIKOLA TESLA NEW YORK

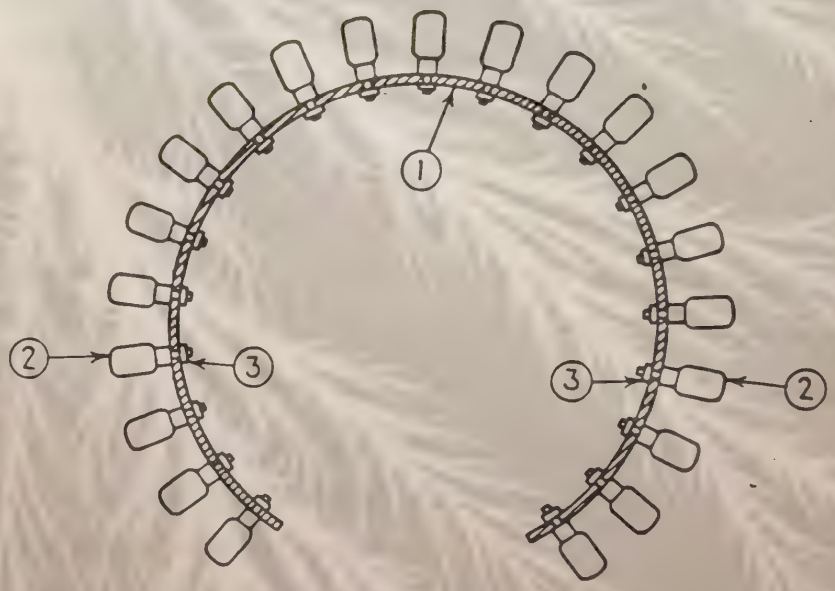
MUSEUM MIKOLA TESLA

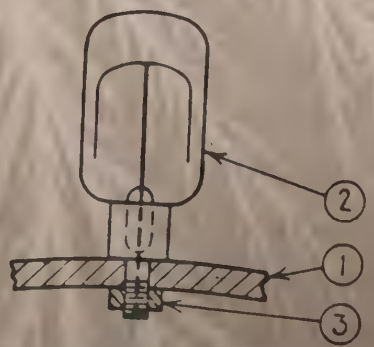
vacuum tubes require mechanical power for operation which may range from 10 to 20 h.p., but this drawback is insignificant when considering the important advantages they offer and I anticipate that they will be extensively employed.

It remains to be explained how such a tube is utilized for imparting to a particle to be projected a very great charge. Imagine that the small spherical body be placed in a nearly perfect vacuum and electrically connected to the large sphere forming the high potential terminal of the transmitter. By virtue of the connection the small sphere will then be at the potential of the large one no matter what its distance from the same but the quantity of electricity stored on the small sphere will vary greatly with the distance and be proportionate to the difference of its potential and that of the adjacent medium. If the small sphere is very close to the large one this difference will be insignificant and so too the charge; but if the small sphere is at a great distance from the large one where the potential imparted by the same to the medium approximates zero, the quantity q of electricity stored on the small one will be relatively enormous and equal to Cr/R. To illustrate, if r = 1/100 c.m. and R = 1000 c.m. and C = 10^8 e.s.

FIG. 3

NEW TERMINAL FOR EXCEEDINGLY HIGH POTENTIALS
CONSISTING OF SPHERICAL FRAME WITH ATTACHMENTS





Enlarged View of One
of the Attachments

NIKOLA TESLA NEW YORK

RECEIVED NIKOLA TESLA

units, as before assumed, then q = 1000 e.s. units which is a hundred thousand times more than previously obtainable. At a distance 2R from the center of the terminal at which the difference between the potential of the small sphere and the adjacent medium will be half of the total, or 15,000,000 volts, q will be 500 e.s. units and from theoretical considerations it appears that the best results will be secured if the particle is charged in high vacuum at that distance. It can be accomplished all the more easily the smaller the radius of the terminal and this is one of the reasons why my improvement, illustrated in Fig.3, is of great practical importance.

As will appear from an inspection of the drawing, the spherical frame of the terminal is equipped with devices one of which is shown in the enlarged view below and comprises a bulb 2 of glass or other insulating material and an electrode of thin metal sheet suitably rounded. The latter is joined by a supporting wire to a metallic socket adapted for fastening to the frame 1 by means of a nut 3. The bulb is exhausted to the very highest vacuum obtainable and the electrode can be charged to an immense density. Thus it is made possible to raise the potential of the terminal to any value desired, so to speak without limit, and the usual losses

NIKOLA TESLA NEW YORK

RECEIVED NIKOLA TESLA

units, as before assumed, then q = 1000 e.s. units which is a hundred thousand times more than previously obtainable. At a distance 2R from the center of the terminal at which the difference between the potential of the small sphere and the adjacent medium will be half of the total, or 15,000,000 volts, q will be 500 e.s. units and from theoretical considerations it appears that the best results will be secured if the particle is charged in high vacuum at that distance. It can be accomplished all the more easily the smaller the radius of the terminal and this is one of the reasons why my improvement, illustrated in Fig.3, is of great practical importance.

As will appear from an inspection of the drawing, the spherical frame of the terminal is equipped with devices one of which is shown in the enlarged view below and comprises a bulb 2 of glass or other insulating material and an electrode of thin metal sheet suitably rounded. The latter is joined by a supporting wire to a metallic socket adapted for fastening to the frame 1 by means of a nut 3. The bulb is exhausted to the very highest vacuum obtainable and the electrode can be charged to an immense density. Thus it is made possible to raise the potential of the terminal to any value desired, so to speak without limit, and the usual losses

FIG. 4

SCHEMATIC ILLUSTRATION OF NEW HIGH POTENTIAL GENERATOR

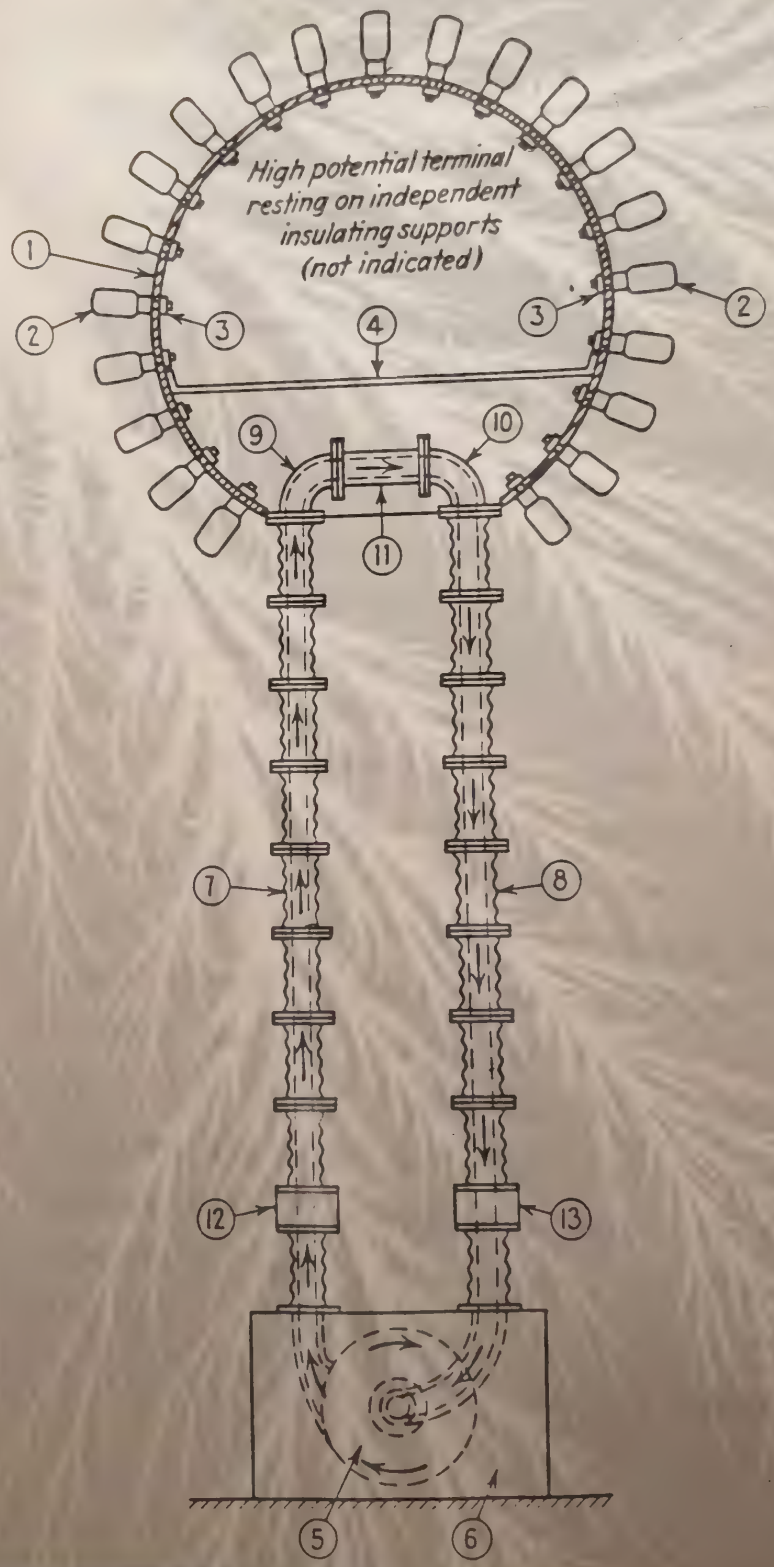
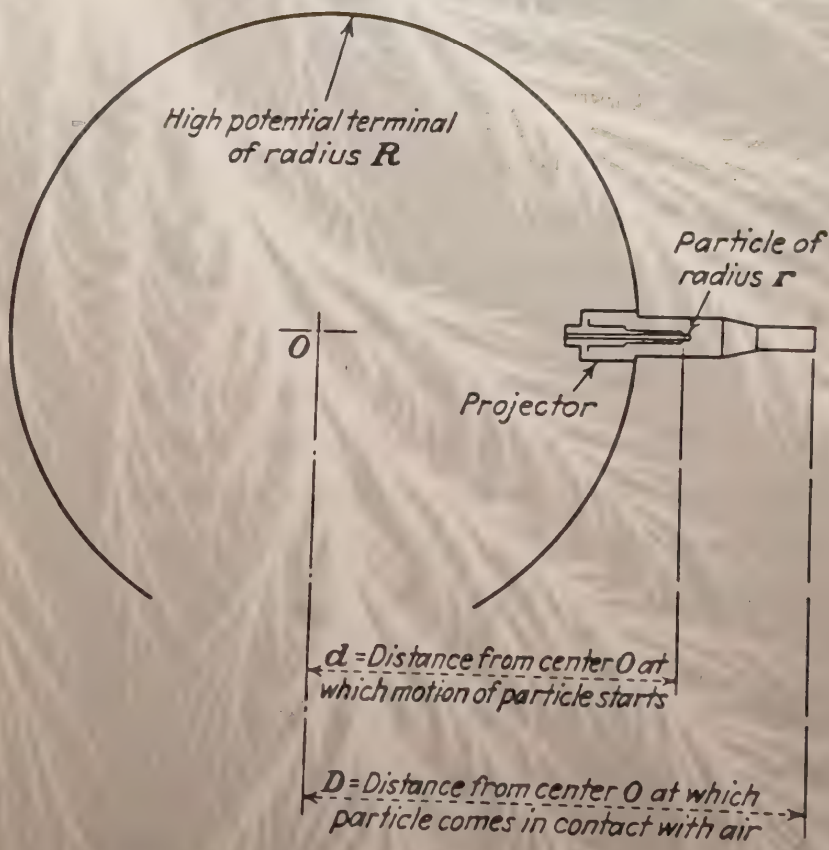


FIG. 5
EXPLANATORY DIAGRAM



NIKOLA TESLA NEW YORK

MUZEJ NIKOLE TESLE

the potential of the terminal, as before explained, and that D is the distance from center O at which the particle leaves the vacuous space, then, in passing through the distance D - d it will be accelerated to a velocity

$$V_1 = \sqrt{2Qq\,(D-d) / m d D}$$ centimeters per second.

In its transit from distance D to a very much greater distance an additional velocity of

$$V_2 = \sqrt{2Qq' / m D}$$ centimeters per second

q' being, theoretically, smaller than q. But I have found that although the particle in contact with air is neutralized rapidly yet, on account of its small surface, magnitude of the charge and prodigious speed a very great distance is traversed without material reduction of the charge so that, without appreciable error, q' may be considered equal to q. Thus the total velocity attained will be

$$V = V_1 + V_2 = \sqrt{2Qq\,(D-d) / m d D} + \sqrt{2Qq / m D}$$ centimeters per second in which expression Q and q are in e.s. units, D and d in centimeters and m the mass of the particle in grams. But the calculation may be simplified, for if the charge is virtually constant through a great distance the velocity finally attained will be

$$V = \sqrt{2Qq / m d}$$ centimeters per second

Assume now that the terminal is equivalent to a sphere of radius R = 250 centimeters which heretofore could only be

NIKOLA TESLA NEW YORK

MUZEJ NIKOLE TESLE

since a joule is equivalent to about 10,000 gram-centimete the kinetic energy is equal to 10^5 gram-centimeters or 1 kilogram-meter.

In order to determine the probable trajectory the air resistance encountered by the particle has to be estimated from practical data and theoretical consideratio Very extensive ballistic tests by French experts have established conclusively that up to a velocity of 400 meters per second the resistance increases as the square of the speed but from there on, to the highest velocities attained the increase is directly proportionate to the speed. On the other hand it has been found in tests with rifles that an ordinary bullet, 8 millimeters in diameter and three times as long, fired at 400 meters per second, encounters a mean resistance of about 0.02 kilogram and from these facts it can be inferred that the average resistance of the particle at the maximum speed V might be of the order of 1/64,000 of a kilogram and if so the trajectory should be approximately, 64,000 meters or 64 kilometers. Obviously, resistance data can not be accurate but as the mechanical effects can be increased many times there should be no difficulty in securing the practically required range with a transmitter as described. In all probability, when the technique is perfected, results will be obtained which are thought

Art of Projecting Concentrated Non-Dispersive Particle Beams Proposal-1736-1942 1/8; 1934 1/7a Folder 27

NIKOLA TESLA NEW YORK

AUTOGRAPH NIKOLA TESLA

impossible at present. Such a particle, notwithstanding its minute volume of 1/250,000 cubic centimeter, would be very destructive. It would pierce the usual protecting covering of aeroplanes, put machinery out of commission and ignite fuel and explosives. To combatants it would be deadly at any distance well within its full range. Projected almost simultaneously in great numbers the particles would produce intense heating effects. In actions against aeroplanes the range would be very much greater on account of the smaller density of the air. Evidently, the smaller the particles, the greater will be their speed. For instance, if r = 1/10000 centimeter a velocity of 160,000 meters per second will be attained. An enormous increase in speed and range would be secured with particles of a diameter smaller than 800 times the molecular diameter.

It is important to devise a thoroughly practical and simple means for supplying particles and I have invented two which seem to meet this requirement. One is to feed tungsten or other wire from a spool in a closed container joined hermetically to the projector, the rotation of the spool being under the control of the operator. Using wire 2/100 centimeter in diameter, twenty cubic centimeters of the same would provide material for 5,000,000 particles. The other device consists of a closed container fixed to the projector and filled with mercury which can be expanded

by external and controllable application of heat and forced, under great pressure, through a minute hole in the extreme end of the extension reaching to the distance d as before illustrated and explained. The droplets torn off and projected would have the hardness of steel owing to the great capillary pressure. If mercury can be used for the purpose this means is ideally simple and cheap.

SYSTEM OF PARTICLE ACCELERATION

FOR USE IN NATIONAL DEFENSE

NEW ART

OF

PROJECTING CONCENTRATED NON-DISPERSIVE ENERGY THROUGH NATURAL MEDIA

by
NIKOLA TESLA

The advances to be described are the results of my researches carried on for many years with the chief object of transmitting electrical energy to great distances. The first important practical realization of these efforts was the alternating current power system now in universal use. I then turned my attention to wireless transmission and was fortunate enough to achieve similar success in th is fruitful field, my discoveries and inventions being employed through the world. In the course of this work, I mastered the technique of high potentials sufficiently for enabling me to construct and operate, in 1899, a wireless transmitter developing up to twenty million volts. Some time before, I contemplated the possibility of transmitting such high tension currents over a narrow beam of radiant energy ionizing the air and rendering it, in measure, conductive. After preliminary laboratory experiments, I made tests on a large scale with the transmitter referred to and a

beam of ultra-violet rays of great energy in an attempt to conduct the current to the high rarefied strata of the air and thus create an auroral display such as might be utilized for illumination, especially of oceans at night. I found that there was some virtue in the principle but the results did not justify the hope of important practical applications although, some years later, several inventors claimed to have produced a "death ray" in this manner. While the published reports to this effect were entirely unfounded, I believe that with the new transmitter to be built, this and many other wonders will be achieved. Much time was devoted by me to the transmission of radiant energy, in various forms, by reflectors and I perfected means for increasing enormously the intensity of the effects, but was baffled in all my efforts to materially reduce dispersion and became fully convinced that this handicap could only be overcome by conveying the power through the medium of small particles projected, at prodigious velocity, from the transmitter. Electro-static repulsion was the only means to this end and apparatus of stupendous force would have to be developed, but granted that sufficient speed and energy could be realized with a single row of minute bodies, then there would be no dispersion whatever, even at the greatest distance. Since the cross section of

the carriers might be reduced to almost microscopic dimensions, an immense concentration of energy, irrespective of distance, could be attained.

When I undertook to carry out this plan in practice the difficulties seemed insurmountable. In the first place, a closed vacuum tube could not be employed as no window could withstand the force of the impact. This made it absolutely necessary to project the particles in free air which meant that each could hold only an insignificant charge. Thus, no matter how h igh the potential of the terminal, the force of repulsion would be necessarily too small for the purpose contemplated. In illustration, reference may be made to a plant erected by me in 1903, a photograph of which is shown on the annexed sheet and which was provided with a numerical high potential terminal twenty meters in diameter. Now, a sphere of a radius $R = 1000$ centimeters can be charged to a potential of $100 \times R = 10^5$ e.s. units or 3×10^7 volts and will then contain a quantity of electricity $Q = 100 \times R^2 = 10^8$ e.s. units. With this charge, the electric surface density will be a little less than 8 e.s. units and the limit of the dielectric strength of the air is reached. Similarly, the charge stored on a small particle of radius r will

be limited to the value $q = 100\ r^2$. If $r = 1/100$ of one centimeter, for example, then $q = 1/100$ e.s. units. Thus, the force repelling the particle at the distance R will be $Qq/R^2 = 1$ dyne only. So that, with all the known resources of previous art, and even a huge terminal as assumed, charged to the maximum pressure of thrity millions of volts, any attempt to project particles to great distances with destructive effect, would be futile. But by the application of my discoveries and inventions, it is possible to increase the force of repulsion more than a million times and what was heretofore impossible, is rendered easy of accomplishment. The successful carrying out of the plan involves a number of more or less important improvements but the principal among these are the following:

1. A new form of high vacuum tube open to the atmosphere.
2. Provisions for imparting to a minute particle an extremely high charge.
3. A new terminal of relatively small dimensions and enormous potential.
4. An electro-static generator on a new principle and of very great power.

These devices and methods of operation will be

explained by reference to the attached drawings in which Fig. 1 and Fig. 2 represent forms of the new open tube.

In Fig. 1, the device consists of an inner cylindrical conduit 1 cemented to a metallic socket 3, and an outer conduit 2, which is tightly screwed to the socket by a nut 4, and has on the open side a taper with a cylindrical end 9, of the same inside diameter as conduit 1. The socket 3, is bored out to provide a large chamber around the inner conduit and carries a pipe 7, through which thoroughly dessicated air or other gas under suitable pressure is supplied. The open end of the inner and the tapering part of the outer conduit are ground to form an expanding nozzle 8 through which the air escapes into the atmosphere thereby creating a high vacuum in the inner conduit. The socket 3, has a small central hole and is provided with an inside extension 5, and a threaded outside projection 6, the latter serving for connection to a container supplying automatically suitable particles or material f or same while the former fulfile the purpose of charging them as they emerge from the hole. The conduit 1 and 2 may be made of fused quartz, pyrex glass or other refractory material and it is ob viously desirable that all parts of the apparatus

have small and nearly equal coefficients of thermal expansion especially when the working medium, which might also be superheated steam, is at an elevated temperature.

It will be observed that in this tube I do away with the solid wall or window indespensable in all types heretofore employed, producing the high vacuum required and preventing the inrush of the air by a gaseous jet of high velocity. Evidently, to secure this result, the dynamic pressure of the jet must be, at least, equal to the external static pressure.

Expressed in symbols

$$V^2w/2g = P$$

Assuming equality

$$V = \sqrt{2g\ P/w}$$

in which equation V is the speed of the jet at its entrance to channel 8 in meters, g the acceleration of gravity likewise in meters, P the external pressure in kilograms per square meter and w the normal weight of the air in kilograms per cubic meter. Now

$$g = 9.81 \text{ meters}$$
$$P = 10332.9 \text{ kilograms}$$
$$w = 1.2929 \text{ kilograms}$$

There values give

$$V = 396 \text{ meters}$$

Some allowance should be made for the frictional loss in the nozzle and outlet channel and also for the deflection of the jet. For most purposes, the velocity need not be much greater, but as the degree of rarefaction depends on the square of V, it is desireable to obtain as high a value as practicable. Usually vacuum obtained by a mercury vapor pump are considered very high. In those the velocity is only 280 meters per second but the vapor is 6.9 times heavier than air. Therefore, to get the same vacuum with an air jet, its speed should be 280 $\times\sqrt{6.9}$ = 735 meters. With a working medium at high temperatur e and pressure, both within practicalbe limits, this value can be attained and even exceeded. Thus a gaseous jet of very high velocity affords a means for closing the end of the tube, more perfect than any window that can be made while at the same time permitting and facilitating the exit of the particales

Referring to Fig. 2, it shows schematically a modified form of my tube intended for various scientific and practical uses when it may be preferable or necessary not to discharge the jet through the open end. The construction of the device will be easily understood in view of the foregoing description like parts being similarly designated. A cylinderical conduit 1 is provided as

in Fig. 1, but the outer one is replaced by a block 2, of lava or other insulating material shaped as indicated and firmly cemented to the conduit 1 which is hermactically joined by a nut 4, to a metallic plug 3, having a central hole, and extensions 3 and 6 serving the purpose stated above. The working fluid, as compressed dessicated air, is supplied by means of a pipe 7, to a large annular space around conduit 1 and escapes, through an expanding nozzle 8, formed by the tapering part of the block and the end of the conduit, into a chamber connected by a pipe 10, to a vacuum pump of large capacity - not shown on the drawing - for carrying off not only the air issuing from the nozzle but also that rushing in from the outside through the open end 9. In order to minimize the volume of the latter, I avail myself of an invention of mine known as "valvular conduit" by providing the wall of the open end 9, with recesses as indicated giving rise to whirls and eddies which use up some of the energy of the stream and reduce its velocity. In this way, a pressure of about 100 millimeters of mercury can be readily maintained in the chamber increasing greatly the expansion ratio of the air and its speed through the nozzle.

It is hardly necessary to remark that my open

vacuum tubes require mechanical power for operation which may range from 10 to 20 h.p., but this drawback is insignificant when considering the important advantages they offer and I anticipate that they will be extensively employed.

It remains to be explained how such a tube is utilized for imparting to a particle to be projected a very great charge. Imagine that the small spherical body be placed in a nearly perfect vacuum and electrically connected to the large sphere forming the high potential terminal of transmitter. By virtue of the connection, the small sphere will then be at the potential of the large one no matter what its distance from the same but the quantity of electricity stored on the small sphere will vary greatly with the distance and be proportionate to the difference of its potential and that of the adjacent medium. If the small sphere is very close to the large one, this difference will be insignificant and so too the charge; but if the small sphere is at a great distanance from the large one where the potential imparted by the same to the medium approximates zero, the quantity of electricity stored on the small one will be relatively enormous and equal to Qr/R. To illustrate, if $r = 1/100$ e.s. and $R = 1000$ e.s. and $Q = 10^8$ e.s.

units, as before assumed, then Q = 1000 e.s. units which is a hundred thousand times more than previously obtainable. At a distance 2R from the center of the terminal, at which the difference between the potential of the small sphere and the adjacent medium will be half of the total, or 15,000,000 volts, Q will be 500 e.s. units and from theoretical considerations, it appears that the best results will be secured if the particle is charged in high vacuum at that distance. It can be accomplished all the more easily the smaller the radius of the terminal and this is one of the reasons why my improvement, illustrated in Fig. 3, is of great practical importance.

As will appear from the inspection of the drawing, the spherical frame of the terminal is equipped with devices one of which is shown in the enlarged view below and comprises a bulb 2 of glass or other insulating material and an electrode of thin metal sheet suitable rounded. The latter is joined by a supporting wire to a metallic socket adapted for fastening to the frame 1 by means of nut 3. The bulb is exhausted to the very highest vacuum obtainable and the electrode can be charged to an immense density. Thus, it is made possible to raise the potential of the terminal to any value desired, so to speak, without limit, and the usual losses

are avoided. I am confident that as much as one hundred million volts will be reached with such a transmitter providing a tool of inestimable value for practical purposes as well as scientific research.

Perhaps the most important of these inventions is the new high potential electro-static generator, schematically represented in Fig. 4, which is provided with my improved terminal consisting of a spherical metallic frame 1 with attachments 2, adapted to be fastened to the former by nuts 3, as above described. The terminal has a platform 4, in the interior of the frame intended for supporting machinery, instruments and observers, and is carried at a suitable elevation on insulating columns omitted from the drawing for the sake of simplicity. To energize the terminal air under pressure is driven at high speed through a hermetically closed channel comprising a turbo compressor 5, with intake and outlet connections, conduits 7 and 8, special fittings 9 and 10 and a short pipe 11. The conduits 7 and 8 are preferably composed of pieces of glazed porcelain bolted tightly together, the joints being made airtight by suitable packing and are corrugated on the outside to minimize electrical leakage. The fittings 9 and 10 and pipe 11 may also be of the same kind of material. The air before entering and after leaving the compressor, as

well as all apparatus within the airtight enclosure 6 is effectively cooled and maintained at a constant temperature by means as ordinarily employed which was not thought necessary to illustrate. The operation of the machine will be understood most readily by likening the moving column of air to a running belt. When the air, leaving the compressor, reaches the device 12, containing discharge points electrified by a direct current of high tension, it is ionized and the charge imparted to it is carried upward to the special fitting 9 where it is drawn off By sucking points and charges the terminal. On the return to the compressor the air passes through special fitting 10 where it receives electricity of opposite sign conveying it to the device 13 and from there to the ground. These actions are repeated with great rapidity. The generator can be made self-exciting by suitable connections. For several reasons, I estimate that a machine as described will have an output of many times greater than a belt generator of the same size and, besides, it has several other important construction and operative advantages.

To give an approximate estimate of performance, reference is made to diagram in Fig. 5 representing a spherical terminal and an open vacuum tube for projecting particles. Suppose that d be the distan ce fr om center O at which a particle of radius r = 1/100 c.m. is ch arged in vacuum to

the potential of the terminal, as before explained, and that D is the distance from center O at which the particle leaves the vacuous space, then, in passing through the distance D – d it will be accelerated to a velocity

$$V_1 = \sqrt{2Qq\ (D-d)\ /\ md\ D}$$ centimeters per second.

In its transit from distance D to a very much greater distance an additional velocity of

$$V_2 = \sqrt{2Qq'/\ m\ D}$$ centimeters per second q' being, theoretically, smaller than q. But I have found that although the particle in contact with air is neutralized rapidly yet, on account of its small surface, magnitude of the charge and prodigious speed, a very great distance is traversed without material reduction of the charge so that, without appreciable error, q' may be considered equal to q. Thus the total velocity attained will be

$$V = V_1 + V_2 = \sqrt{2Qq\ (D - d)\ /\ md\ D} + \sqrt{2Qq\ /\ m\ D}$$ centimeters per second which expression Q and q are in e.s. units, D and d in centimeters and m the mass of the particle in grams. But the calculation may be simplified, for if the charge is virtually constant through a great distance, the velocity finally attained will be

$$V = \sqrt{2Qq\ /md}$$ centimeters per second. Assume now that the terminal is equivalent to a sphere of radius $R = 250$ centimeters which heretofore could only be

charged to a potential of 100 x 250 = 25,000 e.s. units or 7,500,000 volts but, by taking advantage of my improvements, can be readily charged to 2×10^5 e.s. units or 6×10^7 volts in which case the quantity of electricity stored will be $Q = 2 \times 10^5 \times 250 = 5 \times 10^7$ e.s. units If, for best effect, the particle is charged in vacuum at a distance $d = 2R = 500$ centimeters where the difference between its potential and adjacent medium is 3×10^7 volt or 10^5 e.s. units, then $q/r = 10^5$ and $q = 10^5 r =$ 1000 e.s. units. The particle will have a volume of $4\pi/3 \times 10^6$ cubic centimeter and if it be Tungsten, it will weigh about $4\pi \times 18/3 \times 10^6$ gram and have a mass $m = 72\pi/3 \times 981 \times 10^6 = 7686/10^{11}$ gram.
Substituting these values

$$V = \sqrt{2 \times 5 \times 10^7 \times 1000 \times 10^{11} / 1000 \times 7686 \times 500}$$

= 1,613,000 centimeters or 16,130 meters per second.
This finding may be checked by using the relation between the joule's equivalent and the kinetic energy. Here the joules are $3 \times 10^7 \times 1000 / 3 \times 10^9 = 10$ and approximately equal to 10^6 gram-centimeters.. Consequently,

$$mV^2/2 = 10^6,$$
$$V^2 = 2 \times 10^6 \times 10^{11}/7686 \text{ and}$$
$$V = 1{,}613{,}000 \text{ centimeters or } 16{,}130 \text{ meters}$$

as found above by my formula which is always applicable while the latter rule is not.

Since a joule is equivalent to about 10,000 gram-centimeters the kinetic energy is equal to 10^5 gram-centimeters or 1 kilogram-meter.

In order to determine the probable trajectory the air resistance encountered by the particle has to be estimated from practical data and theoretical consideration. Very extensive ballistic tests by French experts have established conclusively that up to a velocity of 400 meters per second, the resistance increases as the square of the speed but from there on, to the highest velocities attained, the increase is directly proportional to the speed. On the other hand, it has been found in tests with rifles that an ordinary bullet, 8 millimeters in diameter and three times as long, fired at 400 meters per second , encounters a mean resistance of about 0.02 kilogram and from these facts it can be inferred that the average resistance of the particle at the maximum speed V might be of the order of 1/64,000 of a kilogram and if so, the trajectory should be approximately, 64,000 meters or 64 kilometers. Obviously, resistance data can not be accurate but as the mechanical effects can be increased many times, there should be no difficulty in securing the practically required range with a transmitter as described. In all probability, when the technique is perfected, results will be obtained which are thought

impossible at present. Such a particle, notwithstanding its minute volume of 1/250,000 cubic centimeter, would be very destructive. It would pierce the usual protecting covering of aeroplanes, put machinery out of commission and ignite fuel and explosives. To combatants, it would be deadly at any distance well within its full range. Projected almost simultaneously in great numbers, the particles would produce intense heating effects. In action against aeroplanes, the range would be very much greater on account of the smaller density of the air. Evidently, the smaller the particles, the greater will be their speed. For instance, if r = 1/10000 centimeter, a velocity of 160,000 meters per second will be attained. An enormous increase in speed and range would be secured with particles of a diameter smaller than 800 times the molecular diameter.

It is important to devise a thoroughly practical and simple means for supplying particles and I have invented two which seem to meet this requirement. One is to feed tungston or other wire from a spool in a closed container joined hermetically to the projector, the rotation of the spool being under the control of the operator. Using wire 2/100 centimeters in diameter, twenty cubic centimeters of the same would provide material for 5,000,000 particles. The other device consists of a closed container fixed to the projector and filled with mercury which can be expanded

by external and controllable application of heat and forced, under great pressure, through a minute hole in the extreme end of the extension reaching to the distance d as before illustrated and explained. The droplet torn off and projected would have the hardness of steel owing to the great capillary pressure. If mercury can be used for the purpose, this means is ideally simple and cheap.

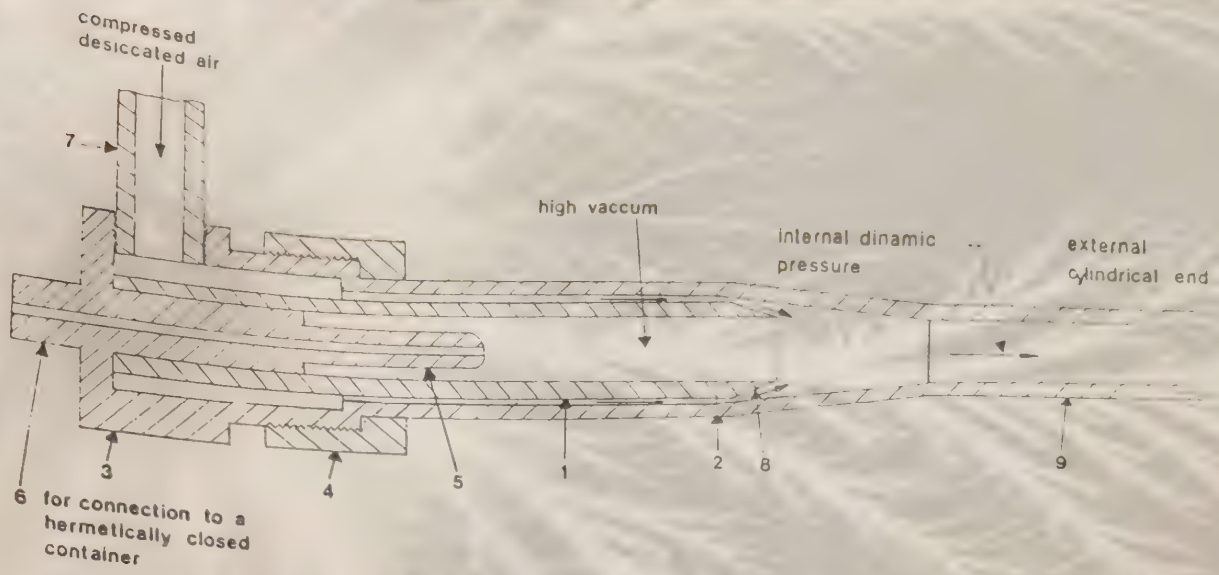


FIGURE 1

ILLUSTRATING OPEN VACUUM TUBE

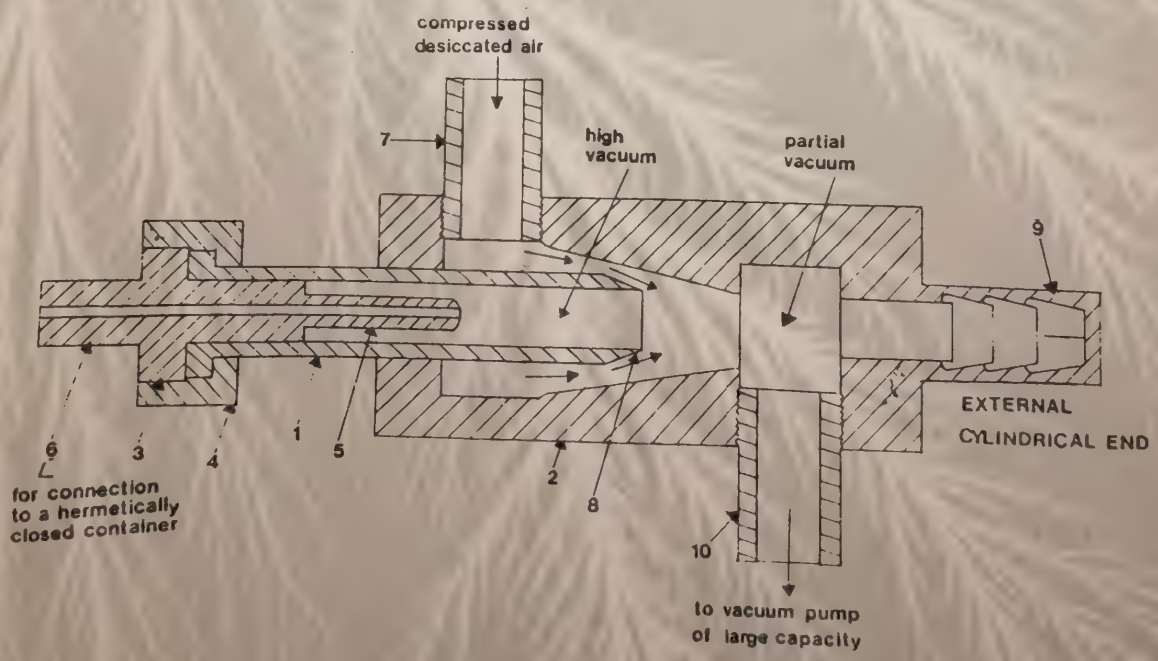
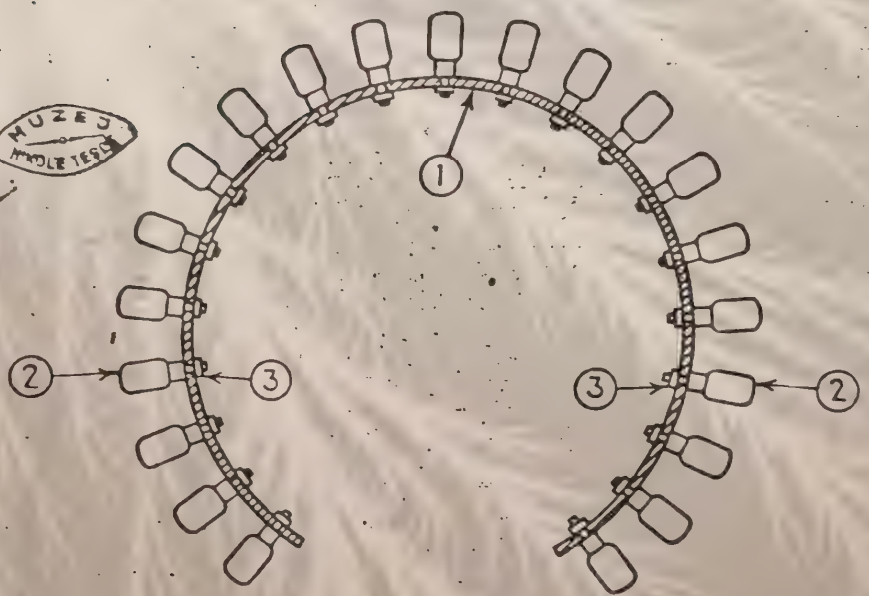


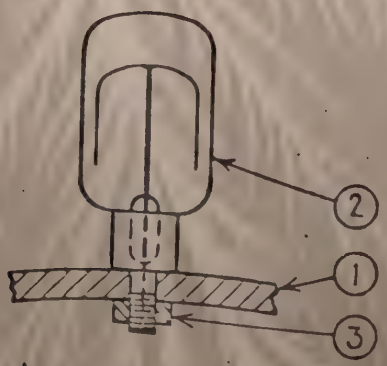
FIGURE 2

SHOWING A MODIFIED FORM OF OPEN VACUUM TUBE

FIG. 3

NEW TERMINAL FOR EXCEEDINGLY HIGH POTENTIALS
CONSISTING OF SPHERICAL FRAME WITH ATTACHMENTS





Enlarged View of One
of the Attachments

DIAGRAM INDICATING DISTRIBUTION OF CHARGES

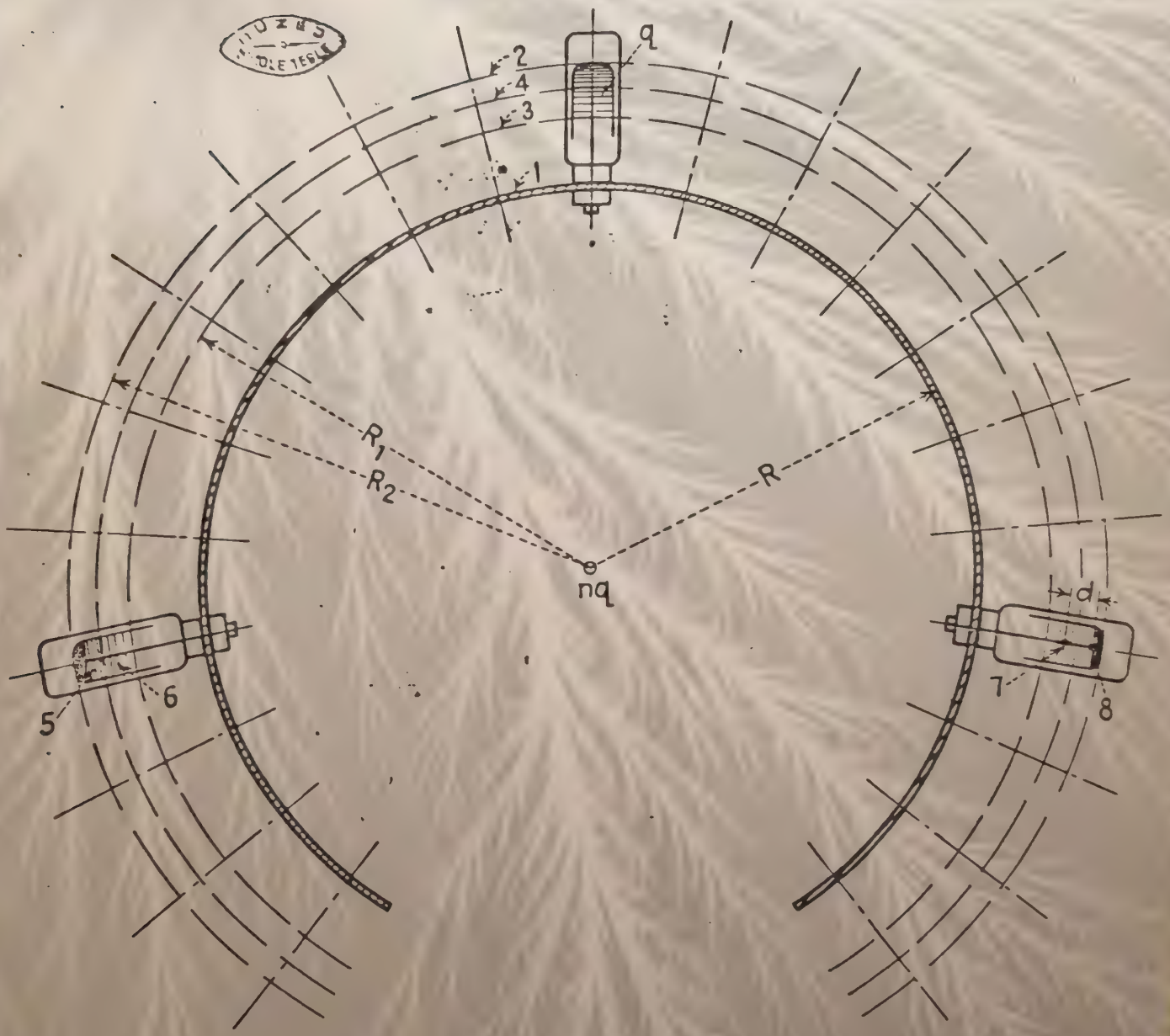
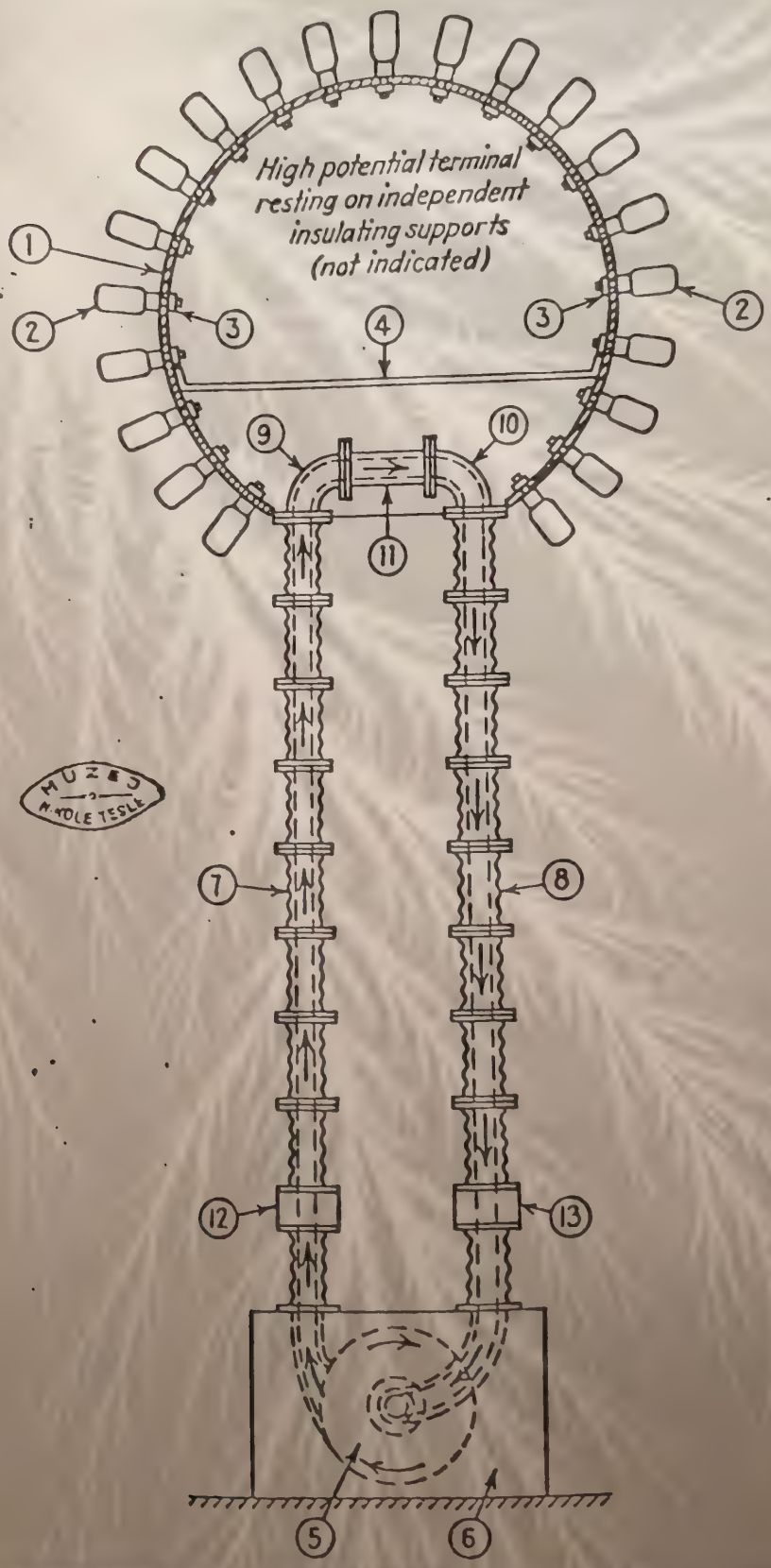


FIG. 4

SCHEMATIC ILLUSTRATION OF NEW HIGH POTENTIAL GENERATOR



MUSEO
N. TESLA

FIG. 5
EXPLANATORY DIAGRAM

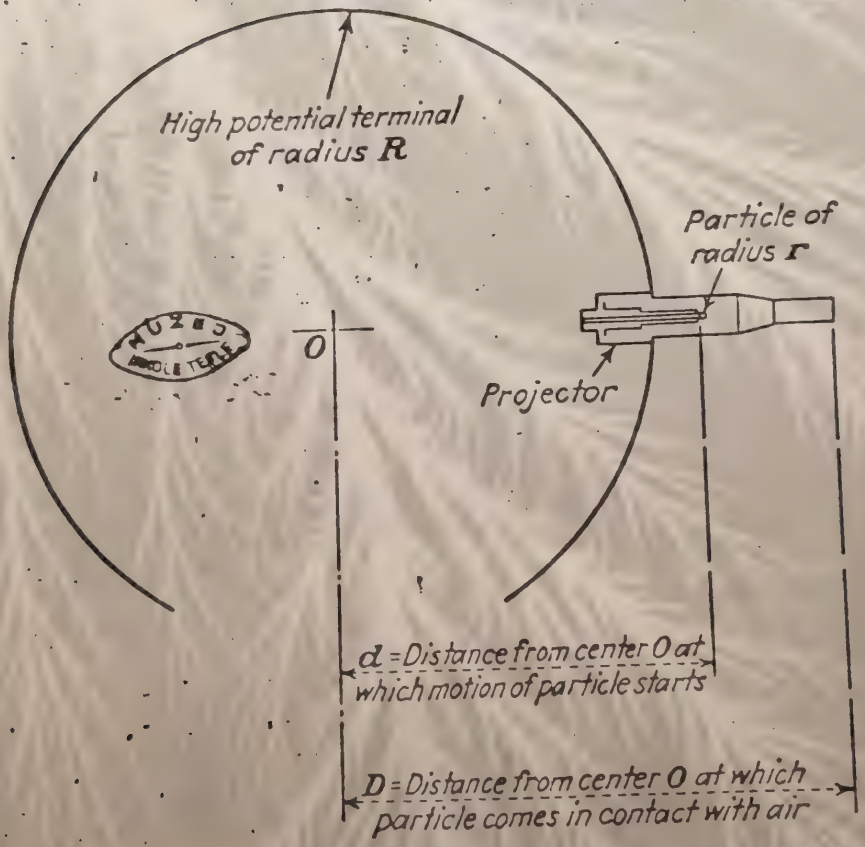
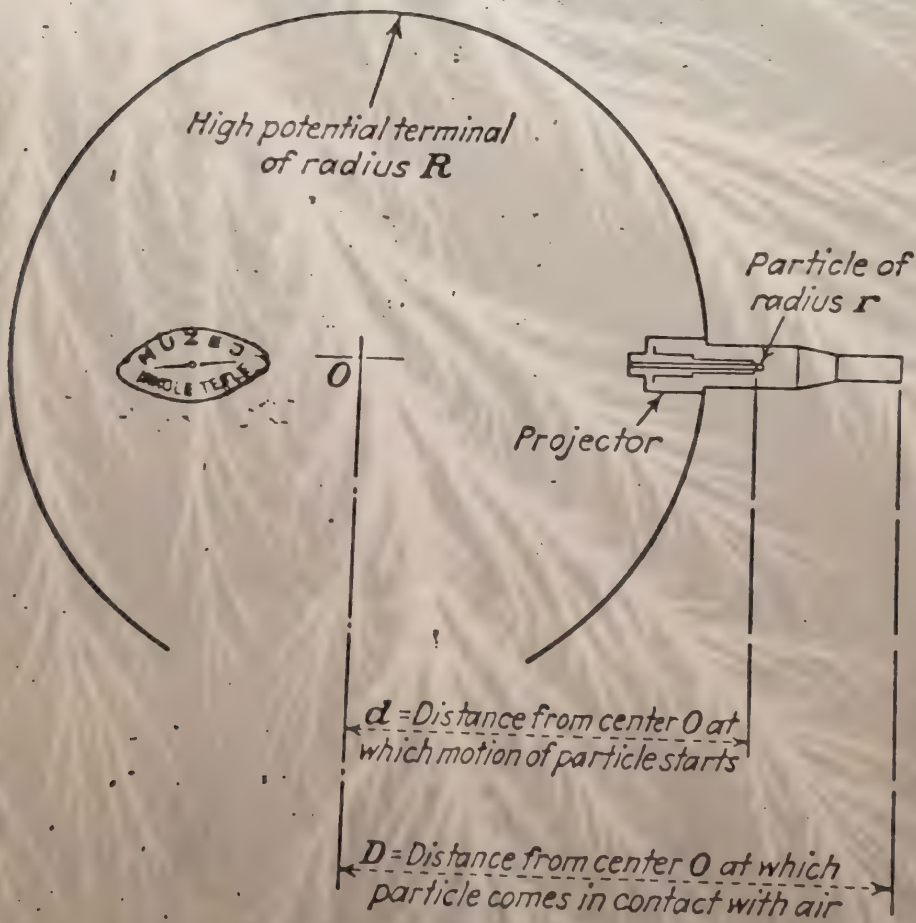
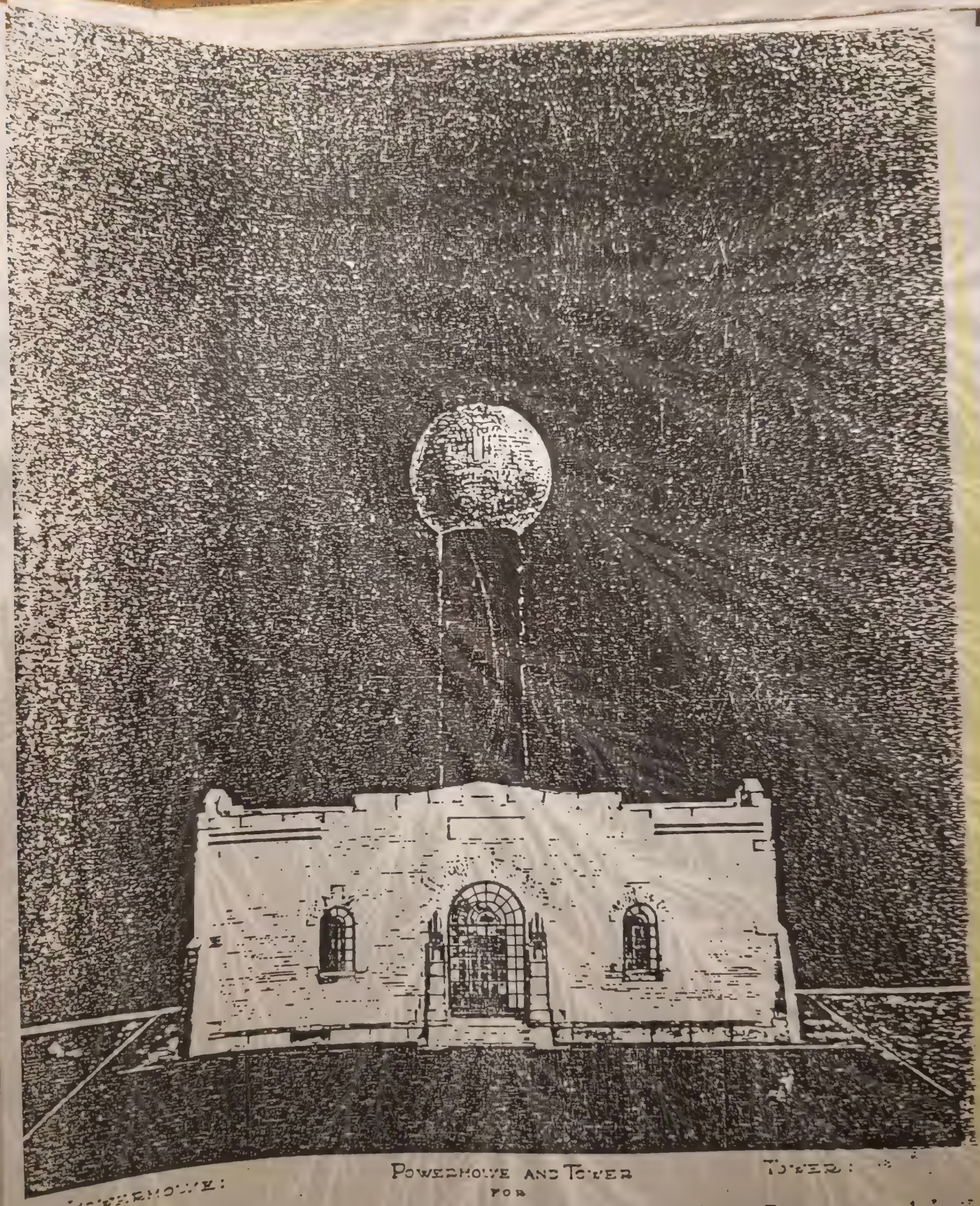


FIG. 5
EXPLANATORY DIAGRAM





POWERHOUSE AND TOWER
FOR
NIKOLA TESLA E.S.
ARCHITECT:

POWERHOUSE:
.....59'-0"
.....29'-6"

TOWER:
SHAFT DIAMETER:
BASAL DIAMETER:

41

Research on particle-beam weapons [illegible] (DOE, SDI, DARPA, and DOD) are concerned, of which particle-beam weapons form a significant part, ----

PRIOR	
1979	
1983	

The New York Times Sunday, September 22, 1940

"Death Ray" for Planes

Nikola Tesla, one of the truly great inventors who celebrated his eighty-fourth birthday on July 10, tells the writer that he stands ready to divulge to the United States Government the secret of his "teleforce," with which, he said, airplane motors would be melted at a distance of 250 miles, so that an invisible Chinese Wall of Defense would be built around the country against any attempted attack by an enemy air force, no matter how large.

This "teleforce," he said, is based on an entirely new principle of physics that "no one has ever dreamed about," different from the principle embodied in his inventions relating to the transmission of electrical power from a distance, for which he has received a number of basic patents. This new type of force, Mr. Tesla said, would operate through a beam one one-hundred-millionth of a square centimeter in diameter, and could be generated from a special plant that would cost no more than $2,000,000 and would take only about three months to construct.

A dozen such plants, located at strategic points along the coast, according to Mr. Tesla, would be enough to defend the country against all possible aerial attack. The beam would melt any engine, whether Diesel or gasoline-driven, and would also ignite the explosives aboard any bomber. No possible defense against it could be devised, he asserts, as the beam would be all-penetrating.

High Vacuum Eliminated

The beam, he states, involves four new inventions, two of which already have been tested. One of these is a method and apparatus for producing rays "and other manifestations of energy" in free air, eliminating the necessity for a high vacuum; a second is a method and process for producing "very great electrical force"; the third is a method for amplifying this force, and the fourth is a new method for producing "a tremendous electrical repelling force." This would be the projector, or gun, of the system. The voltage for propelling the beam to its objective, according to the inventor, will attain a potential of 50,000,000 volts.

With this enormous voltage, he said, microscopic electrical particles of matter will be catapulted on their mission of defensive destruction. He has been working on this invention, he added, for many years and has recently made a number of improvements in it.

Mr. Tesla makes one important stipulation. Should the government decide to take up his offer he would go to work at once, but they would have to trust him. He would suffer "no interference from experts."

In ordinary times such a condition would very likely interpose an insuperable obstacle. But times being what they are, and with the nation getting ready to spend billions for national defense, at the same time taking in consideration the reputation of Mr. Tesla as an inventor who always was many years ahead of his time, the question arises whether it may not be advisable to take Mr. Tesla at his word and commission him to go ahead with the construction of his teleforce plant.

Such a Device "Invaluable"

After all, $2,000,000 would be relatively a very small sum compared with what is at stake. If Mr. Tesla really fulfills his promise the result achieved would be truly staggering. Not only would it save billions now planned for air defense, by making the country absolutely impregnable against any air attack, but it would also save many more billions in property that would otherwise be surely destroyed no matter how strong the defenses are as witness current events in England.

Take, for example, the Panama Canal. No matter how strong the defenses, a suicide squadron of dive bombers, according to some experts, might succeed in getting through and cause such damage that would make the Canal unusable, in which case our Navy might find itself bottled up.

Considering the probabilities in the case even if the chances were 100,000 to 1 against Mr. Tesla the odds would still be largely in favor of taking a chance on spending $2,000,000. In the opinion of the writer, who has known Mr. Tesla for many years and can testify that he still retains full intellectual vigor, the authorities in charge of building the national defense should at once look into the matter. The sum is insignificant compared with the magnitude of the stake.

The New York Times Sunday, September 22, 1940

"Death Ray" for Planes

Nikola Tesla, one of the truly great inventors who celebrated his eighty-fourth birthday on July 10, tells the writer that he stands ready to divulge to the United States Government the secret of his "teleforce," with which, he said, airplane motors would be melted at a distance of 250 miles, so that an invisible Chinese Wall of Defense would be built around the country against any attempted attack by an enemy air force, no matter how large.

This "teleforce," he said, is based on an entirely new principle of physics that "no one has ever dreamed about," different from the principle embodied in his inventions relating to the transmission of electrical power from a distance, for which he has received a number of basic patents. This new type of force, Mr. Tesla said, would operate through a beam one one-hundred-millionth of a square centimeter in diameter, and could be generated from a special plant that would cost no more than $2,000,000 and would take only about three months to construct.

A dozen such plants, located at strategic points along the coast, according to Mr. Tesla, would be enough to defend the country against all possible aerial attack. The beam would melt any engine, whether Diesel or gasoline-driven, and would also ignite the explosives aboard any bomber. No possible defense against it could be devised, he asserts, as the beam would be all-penetrating.

High Vacuum Eliminated

The beam, he states, involves four new inventions, two of which already have been tested. One of these is a method and apparatus for producing rays "and other manifestations of energy" in free air, eliminating the necessity for a high vacuum; a second is a method and process for producing "very great electrical force"; the third is a method for amplifying this force, and the fourth is a new method for producing "a tremendous electrical repelling force." This would be the projector, or gun, of the system. The voltage for propelling the beam to its objective, according to the inventor, will attain a potential of 50,000,000 volts.

With this enormous voltage, he said, microscopic electrical particles of matter will be catapulted on their mission of defensive destruction. He has been working on this invention, he added, for many years and has recently made a number of improvements in it.

Mr. Tesla makes one important stipulation. Should the government decide to take up his offer he would go to work at once, but they would have to trust him. He would suffer "no interference from experts."

In ordinary times such a condition would very likely interpose an insuperable obstacle. But times being what they are, and with the nation getting ready to spend billions for national defense, at the same time taking in consideration the reputation of Mr. Tesla as an inventor who always was many years ahead of his time, the question arises whether it may not be advisable to take Mr. Tesla at his word and commission him to go ahead with the construction of his teleforce plant.

Such a Device "Invaluable"

After all, $2,000,000 would be relatively a very small sum compared with what is at stake. If Mr. Tesla really fulfills his promise the result achieved would be truly staggering. Not only would it save billions now planned for air defense, by making the country absolutely impregnable against any air attack, but it would also save many more billions in property that would otherwise be surely destroyed no matter how strong the defenses are as witness current events in England.

Take, for example, the Panama Canal. No matter how strong the defenses, a suicide squadron of dive bombers, according to some experts, might succeed in getting through and cause such damage that would make the Canal unusable, in which case our Navy might find itself bottled up.

Considering the probabilities in the case even if the chances were 100,000 to 1 against Mr. Tesla the odds would still be largely in favor of taking a chance on spending $2,000,000. In the opinion of the writer, who has known Mr. Tesla for many years and can testify that he still retains full intellectual vigor, the authorities in charge of building the national defense should at once look into the matter. The sum is insignificant compared with the magnitude of the stake.

SUNDAY

9/22/40

NY TIMES

"Death Ray" for Planes

Nikola Tesla, one of the truly great inventors who celebrated his eighty-fourth birthday on July 10, tells the writer that he stands ready to divulge to the United States Government the secret of his "teleforce," with which, he said, airplane motors would be melted at a distance of 250 miles, so that an invisible Chinese Wall of Defense would be built around the country against any attempted attack by an enemy air force, no matter how large.

This "teleforce," he said, is based on an entirely new principle of physics that "no one has ever dreamed about," different from the principle embodied in his inventions relating to the transmission of electrical power from a distance, for which he has received a number of basic patents. This new type of force, Mr. Tesla said, would operate through a beam one one-hundred-millionth of a square centimeter in diameter, and could be generated from a special plant that would cost no more than $2,000,000 and would take only about three months to construct.

A dozen such plants, located at strategic points along the coast, according to Mr. Tesla, would be enough to defend the country against all possible aerial attack. The beam would melt any engine, whether Diesel or gasoline-driven, and would also ignite the explosives aboard any bomber. No possible defense against it could be devised, he asserts, as the beam would be all-penetrating.

High Vacuum Eliminated

The beam, he states, involves four new inventions, two of which already have been tested. One of these is a method and apparatus for producing rays "and other manifestations of energy" in free air, eliminating the necessity for a high vacuum; a second is a method and process for producing "very great electrical force"; the third is a method for amplifying this force, and the fourth is a new method for producing "a tremendous electrical repelling force." This would be the projector, or gun, of the system. The voltage for propelling the beam to its objective, according to the inventor, will attain a potential of 50,000,000 volts.

With this enormous voltage, he said, microscopic electrical particles of matter will be catapulted on their mission of defensive destruction. He has been working on this invention, he added, for many years and has recently made a number of improvements in it.

Mr. Tesla makes one important stipulation. Should the government decide to take up his offer he would go to work at once, but they would have to trust him. He would suffer "no interference from experts."

In ordinary times such a condition would very likely interpose an insuperable obstacle. But times being what they are, and with the nation getting ready to spend billions for national defense, at the same time taking in consideration the reputation of Mr. Tesla as an inventor who always was many years ahead of his time, the question arises whether it may not be advisable to take Mr. Tesla at his word and commission him to go ahead with the construction of his teleforce plant.

Such a Device "Invaluable"

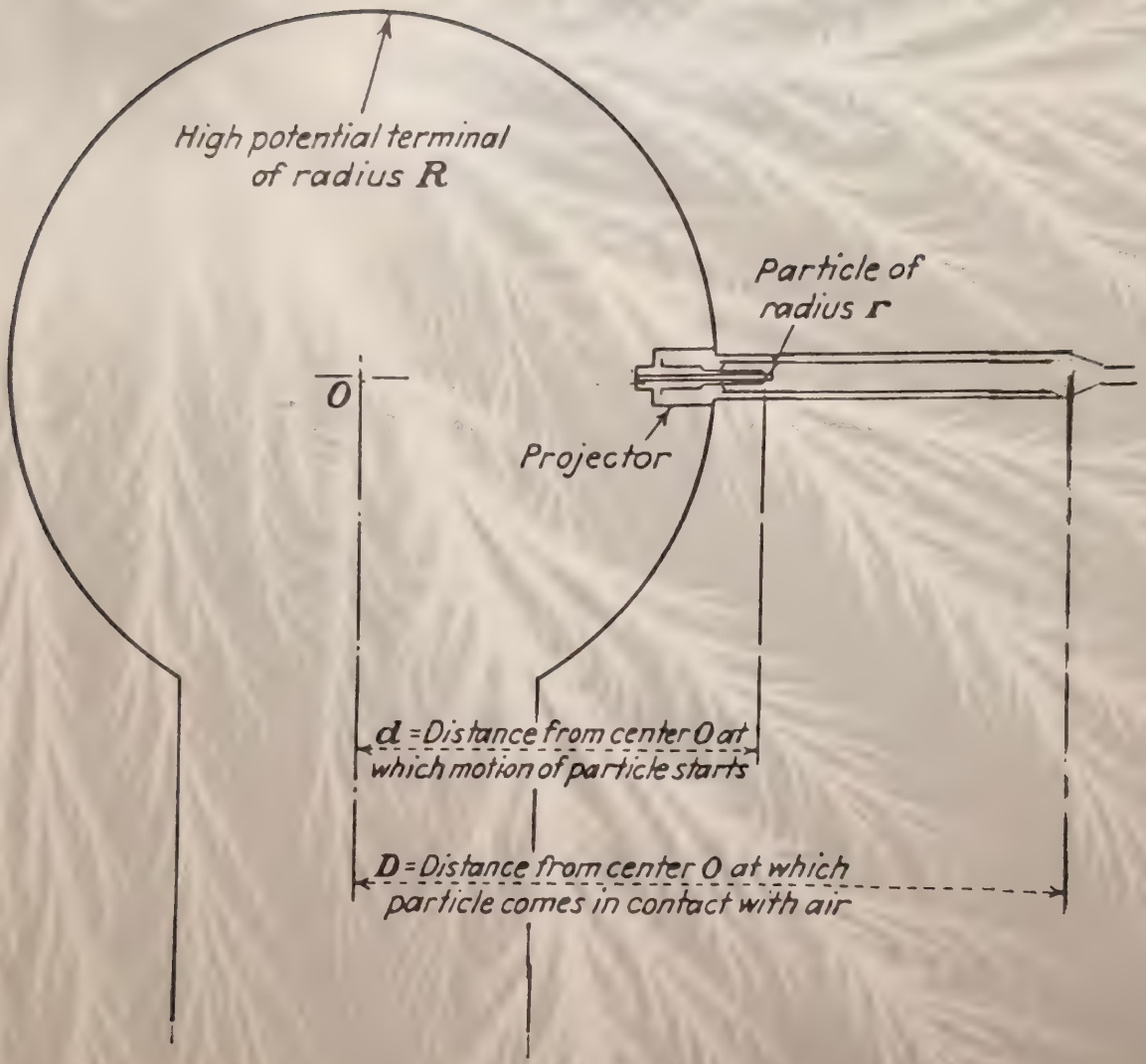
After all, $2,000,000 would be relatively a very small sum compared with what is at stake. If Mr. Tesla really fulfills his promise the result achieved would be truly staggering. Not only would it save billions now planned for air defense, by making the country absolutely impregnable against any air attack, but it would also save many more billions in property that would otherwise be surely destroyed no matter how strong the defenses are as witness current events in England.

Take, for example, the Panama Canal. No matter how strong the defenses, a suicide squadron of dive bombers, according to some experts, might succeed in getting through and cause such damage that would make the Canal unusable, in which case our Navy might find itself bottled up.

Considering the probabilities in the case even if the chances were 100,000 to 1 against Mr. Tesla the odds would still be largely in favor of taking a chance on spending $2,000,000. In the opinion of the writer, who has known Mr. Tesla for many years and can testify that he still retains full intellectual vigor, the authorities in charge of building the national defense should at once look into the matter. The sum is insignificant compared with the magnitude of the stake.

9/22/40 N.Y. TIMES

777


High potential terminal
of radius R
Particle of
radius r
O
Projector
d = Distance from center O at
which motion of particle starts
D = Distance from center O at which
particle comes in contact with air

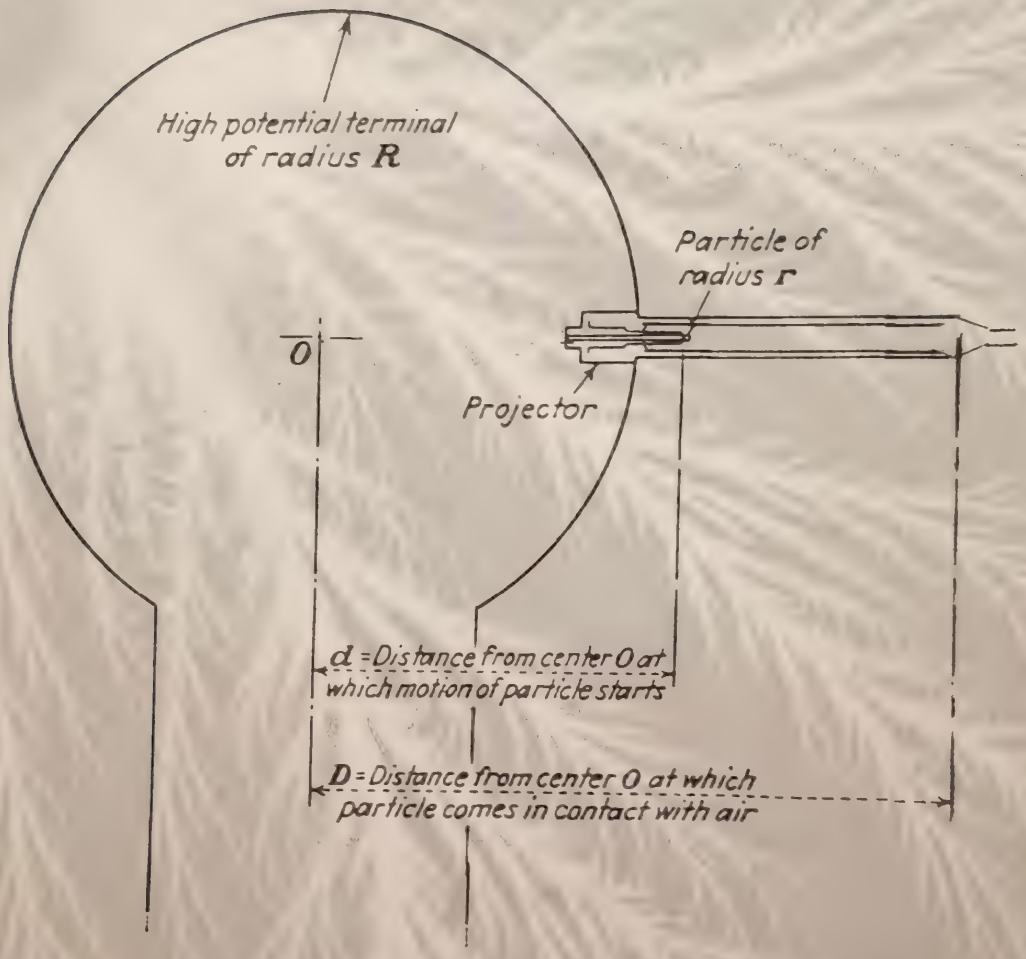
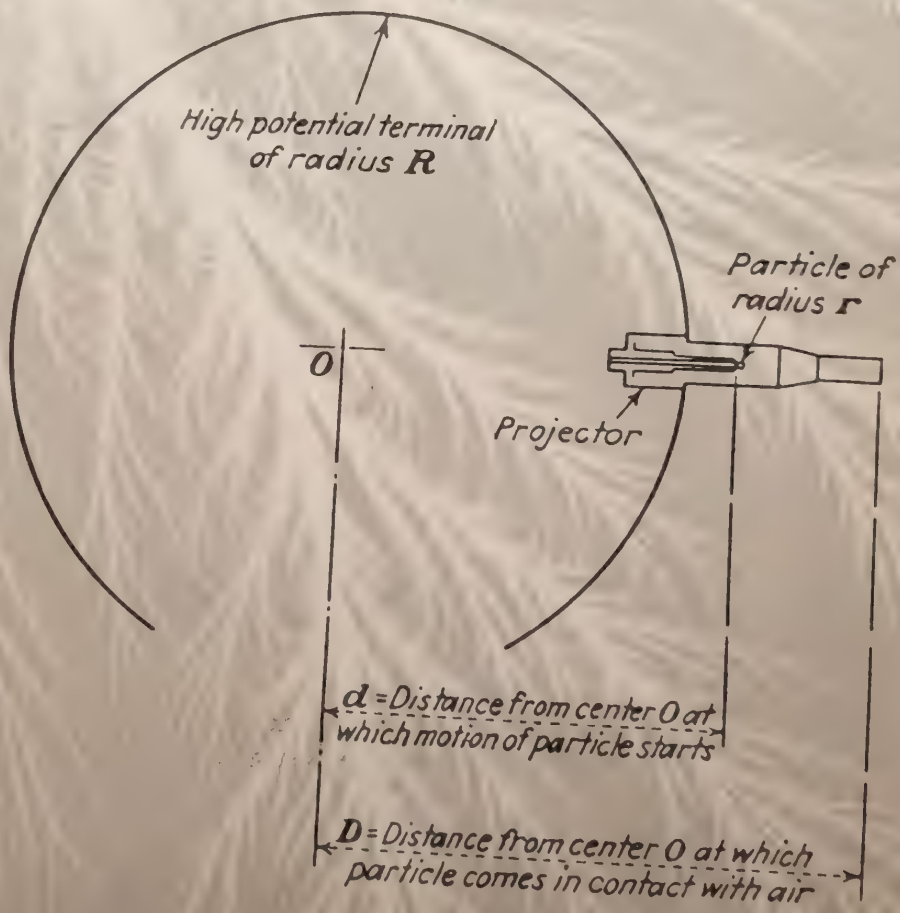
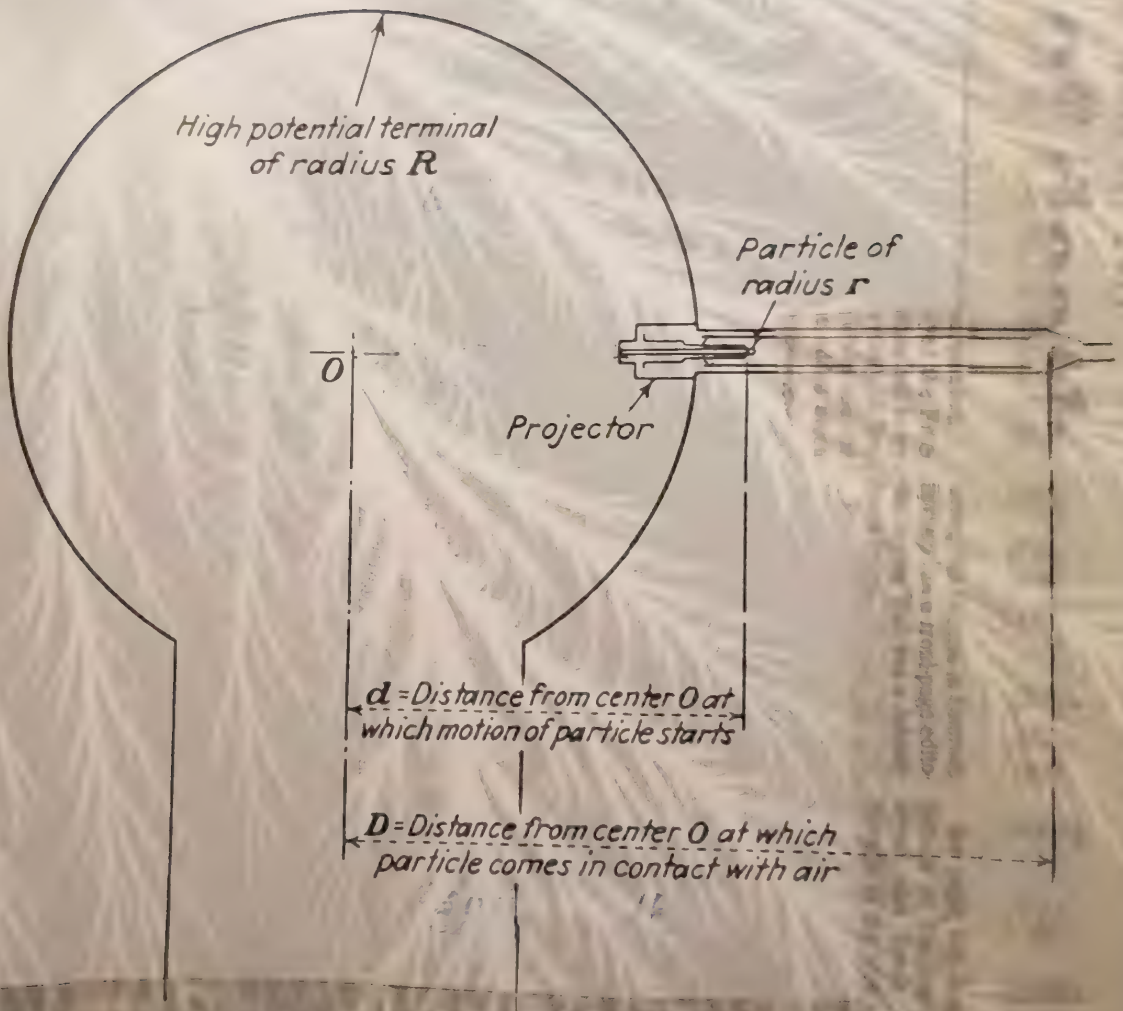

High potential terminal of radius R
Particle of radius r
O
Projector
d = Distance from center O at which motion of particle starts
D = Distance from center O at which particle comes in contact with air

FIG. 5
EXPLANATORY DIAGRAM




High potential terminal
of radius R
Particle of
radius r
O
Projector
d = Distance from center O at
which motion of particle starts
D = Distance from center O at which
particle comes in contact with air

Folder 27

Inventor of death ray to be honored

By Stephen G. Esrati

On March 23, President Reagan made his "Star Wars" speech, in which he outlined his proposal that the United States exploit its technological advantage to defend itself against incoming missiles.

Since the advent of nuclear missiles, he said, defense efforts "have been directed toward deterrence of aggression through the promise of retaliation — the notion that no rational nation would launch an attack that would inevitably result in unacceptable losses to themselves."

Even if there is a breakthrough in mutual arms reduction, he said, "it will still be necessary to rely on the specter of retaliation — on mutual threat — and that is a sad commentary on the human condition."

The President then asked: "Are we not capable of demonstrating our peaceful intentions by applying all our abilities and our ingenuity to achieving a truly lasting stability? I think we are — indeed, we must!"

He continued what has been called his "Buck Rogers" speech with a call for countering the Soviet missile threat with defensive measures so that our free people could live secure in the knowledge "that we could intercept and destroy strategic ballistic missiles before they reached our own soil."

Nowhere in his speech did President Reagan mention death rays, particle beams or other futuristic defenses. But White House aides that very night briefed reporters and started mentioning them.

The ever-present "senior administration official" was quoted in the next morning's *New York Times* as saying:

"The program might involve such technologies as lasers, microwave devices, particle beams and projectile beams."

Which brings us to the reason you are reading about all this in *Linn's*. The inventor of the death ray is going to be on a U.S. stamp this year.

I reported here on Nikola Tesla on March 9, 1981. Since then, a new biography by Margaret Cheney has come out.

Cheney employed the Freedom of Information Act to try to pierce the mystery of Tesla's death ray. While she did not succeed, she added much



Nikola Tesla will be honored by his government when the United States Postal Service issues a stamp commemorating him and other inventors Sept. 21. Czechoslovakia paid tribute to Tesla with this issue in 1959.

valuable information about it. Let's look at it in chronological order.

In 1924, newspapers began reporting the invention of a death ray. Dr. T.F. Wall made headlines that year when he applied for a patent on a ray he claimed could stop airplanes in midair.

When that story hit the news wires, *The Gazette* in Colorado Springs ran a front-page editorial saying Wall was a Johnny-come-lately.

Proud of the work Tesla had done in nearby Telluride (the first place on earth with alternating current, thanks to Tesla), *The Gazette* said Tesla had invented what Wall claimed to have discovered. Not only that, but he had done so in Colorado — in 1899.

Also in 1924, Tesla filed for a patent. Cheney judges the date, so we are left wondering why he did so 25 years after his invention, but the implication must be that Wall's application spurred Tesla to stake his claim.

Tesla's patent was requested for "Improvements in Methods of and Apparatus for the Production of High Vacua." That scientific gobbledegook disguised the death ray.

Cheney said: "Years later, when both the United States and Russia entered the race to perfect modern death ray/disintegrator ray weapons, it would be one of his ideas studied with special interest."

But Tesla was stung by conjecture in the popular press about the death ray. He thought of the idea as making any country that had it impregnable, forever safe from attack.

He said it would act as an impenetrable barrier against aggression and specifically denied that the idea he was working on was a death ray.

Writing in *Liberty* magazine in February 1935, Tesla called it a "machine to end war." President Reagan might have used the same words.

But note how Tesla described his invention at the very time he was denying it to be a ray.

"My invention projects particles which may be relatively large or of microscopic dimensions, enabling us to convey to a small area at great distance trillions of times more energy than is possible with rays of any kind.

"Many thousands of horsepower can thus be transmitted by a stream thinner than a hair (my emphasis), so that nothing can resist."

Said Cheney: "It was not to be radiation but a charged particle beam. Almost half a century later the two most powerful nations in the world would be racing to perfect such a weapon."

And here is where Cheney's book broke new ground. She used the law to dig up documents nobody had ever written about. This had been caused by the government's seizure of all Tesla's papers after his death.

Although Tesla considered his U.S. citizenship his most prized possession, the FBI turned over the papers to the Custodian of Alien Property, an agency set up during World War II to administer German, Italian and Japanese belongings.

Cheney found a telegram from an FBI agent named Foxworth in the New York FBI office, saying:

"Experiments and research of Nikola Tesla, deceased. Espionage — M."

"Nikola Tesla, one of the world's outstanding scientists in the electrical field, died

HOTEL NEW YORKER
THIRTY-FOURTH STREET AT EIGHTH AVENUE, NEW YORK

May 27. 1938

Mme Trubetskoy
Konstantin Kotick
Washington D.C.
Vaša Ekselencija,
Dragi i mnogo poštovani Gospodine:

U prvom vašem pismu dovoljno mi je bilo što sam upoznao damu u vašem društvu. Sad pravimo definitivnu i savršenu sliku. Zato mi treba malo vremena da vas o svemu tačno izvestim.

Od engleza primam dovoljno novca samo, po vrlo finoj radi ogromnosti rate. Čini mi se da bi se ne trebalo izgubiti glava.

Ukoliko mi je ova vidim iz novina da ste kao uvek neumoran i izvrsna radnosti.

Sa izrazom velikog poštovanja i odlučnosti ostajem Vaš

Aleksa Stanić

HOTEL NEW YORKER

May 27, 1938

His Excellency
Konstantin Fotitch
Washington, D.C.

Your Excellency,

(translation from the Serbian)

Enclosed are the two photographs which I mentioned today in our conversation. We are coming to a definitive and more complete picture. I still need a little more time to inform you precisely about it all.

I have not heard yet from the English, presumably because of the threat of war. It seems to me that they've lost their heads completely.

I am pleased to see from the papers that as always you are tireless and a fount of wisdom.

Nikola Tesla

From: corum@apollo.hp.com
Subject: Re: The check...
To: leland@csn.org (Leland Anderson)
Date: Thu, 6 Oct 94 16:14:08 EDT"
Mailer: Elm [revision: 70.85]

Hello Lee;

I have not been in the office lately. Hence not reading my mail. Here is the info on the check. It was written on a bank called, Mercantile Deposit Company, signed by A.A. Uartenian, Chief of Amtorg Trading Corporation, 261 Fifth Ave. NY, NY. Tesla also had coorespondence with a USSR Commander N. Tonctovohi regarding wireless power. The coorespondence was through this Amtorg Co.

Jim does not have email or fax. He only has US mail or phone. He has been away working on several consulting jobs.

I have been working with some high school kids and vacuum tube coils. We have been able to get 64 inches from a pair of 204TH tubes being pulsed with 2kw. However the tubes didn't last long!

Regards
Ken Corum

ROYAL YUGOSLAV LEGATION
WASHINGTON, D. C.

14 March 1941

Coded telegram

Minister of foreign affairs

Belgrade

Personal letter for Minister (Cincar-Markovic).

In regard to your Strictly Confidential Telegram No. 578.

I paid Tesla two thousand dollars on the basis of your Confidential Telegram No. 1681.

I visited him along with the engineer Nikolajevic and requested that he announce to us without delay the plans for his invention which is to completely ensure our national defense. Tesla has been talking to me for four years now about his invention, and I have the impression that he has not progressed much in that time. At my insistence, he told me that within ten days he will be able to begin production of the instructions and definitive plans, which will take him about a month.

My impression as well as that of engineer Nikolajevic is that Tesla has physically and spiritually weakened greatly and that not much should be expected of him.

I will in any case be in touch with him and will report to you by wire.

Strictly Confidential No. 33

Fotich

Coded by:
Clerk Sarich

ROYAL YUGOSLAV LEGATION
WASHINGTON, D. C.

14 marta 1941 u 18

Šifrovani telegram

Ministarstvu inostranih poslova

Beograd

Lično za Ministra.

U vezi Vašeg telegrama Str.Pov.br.578.

Isplatio sam Tesli dve hiljade dolara na osnovu Vašeg telegrama Pov.R.br.1681.

Bio sam kod njega sa inžinjerom Nikolajevićem i molio ga da nam bez odlaganja saopšti planove svog pronalaska koji treba potpuno da osiguraju našu narodnu odbranu. O tome pronalasku Tesla mi govori već četiri godine i imam utisak da u tome nije mnogo napredovao za ovo vreme. Na moje insistiranje rekao mi da će tek kroz desetak dana moći pristupiti izradi upustava i definitivnih planova što će mu uzeti oko mesec dana.

Moja je impresija kao i inžinjera Nikolajevića da je Tesla fizički i duhovno veoma oslabio i da od njega ne treba mnogo očekivati.

Ja ću ipak biti u vezi sa njime i izvešticu Vas telegramom.

Str.Pov.br,33

Fotić

Šifrovao:
Pisar Sarić

1. In 1935 Tesla contacted the Allied Powers and contracted to sell plans for a wepon.

2. All primary evidence relating to the US, France and England has been removed. However refference to these contracts are made.

3. The contract with the USSR still exists and is very short, two pages. It calls for delivery of plans and specification to a New York based company (soviet front). The plans were drawn up by deBabula (we have seen). The full plans were in great detail.

4. Tesla recieved $25,000 after the successful test in the USSR in 1939. According to the contract this means it was built and put into operation at the begining of WWII.

5. According to the communist people I spoke to, the Tesla facility is still in operation today! Also there is one in England and in the US!

6. The Soviets have been working very heavely in the area of wirelesss power distribution since the 50's. The climax of their tesla work resulted in the woodpecker! This was called a succesful test of wireless power and standing waves for Tesla's weather modification!

7. This information was gotten without the permission of the museum and is soon to published by the soviets. Its premature release may put individuals in the museum in jepordy.

TOTAL P.01

STANDARD TIME INDICATED

RECEIVE (45). 67

TELEPHONE YOUR TELEGRAMS TO POSTAL TELEGRAPH

Form 10 L

Postal Telegraph

Mackay Radio Commercial Cables — All America Cables Canadian Pacific Telegraphs

THIS IS A FULL RATE TELEGRAM, CABLEGRAM OR RADIOGRAM UNLESS OTHERWISE INDICATED BY SYMBOL IN THE PREAMBLE OR IN THE ADDRESS OF THE MESSAGE. SYMBOLS DESIGNATING SERVICE SELECTED ARE OUTLINED IN THE COMPANY'S TARIFFS ON HAND AT EACH OFFICE AND ON FILE WITH REGULATORY AUTHORITIES. 58

LC169W 61 3 EXTRA=HO NEWYORK NY 22 1111 OA 1942 MAY 22 PM 12 21

HIS EXCELLENCY KONSTANTIN FOTICH=
ROYAL YUGOSLAV LEGATION WASHINGTON DC (DU)=

:MOLIM IZVOLITE DOSTAVITI POSTALMONEY ORDER JEDINICE 100
DOLARA TO JE OD NEIZRECIVE VAZNOSTI ZA SJEDINJENE DRZAVE
JUGOSLAVIJU RUSIJU ENGLEZKU I DRUGE ZEMLJE POD JARMON
NECOVEKA. MOJA OTKRICA CE GA UNISTIT KAO GROM IZ NEBA JOS
OVE GODINE. OCEKUJEM OD VASEG POZNATOG PRVENSTVA DA CETE
UCINITI SVE MOGUCE ZA TU SVRHU. IZRAZOM NAJVECEG POSTOVANJA
I ZAHVALNOSTI OSTAJEM UVEK VAS=
DR NIKOLA TESLA SOBA 3327 HOTEL NEWYORKER TELEPHONE
MEDALLION 3-1000.

100 3327 3-1000.

WESTERN UNION OCTOBER 29, 1941 4:48 P

KONSTANTIN FOTICH WASH DC

THOUGH IT DOESN'T SEEM SO WE ARE ALWAYS IN TOUCH WITH BELGRADE. I RECEIVE MANY LETTERS ASKING FOR FINANCIAL HELP. BUT THAT IS ONLY RELATIVELY SMALL NUMBER. GREAT MAJORITY ASK THAT I USE MY DISCOVERIES, INVENTIONS, GENIUS AND WHAT NOT, FOR DESTRUCTION OF OUR SAVAGE ENEMIES. I WILL SPEND MORE THAN THE THREE HUNDRED DOLLARS YOU GAVE ME FOR POLA BECAUSE I AM PREPARING A BOOK WHICH WILL BE UNIQUE IN WORLD LITERATURE AND WILL SELL WITHOUT LIMIT SO TO SPEAK. IF A MILLION ARE PUBLISHED THEN POLA WILL RECEIVE FIVE HUNDRED THOUSAND DOLLARS. IT'S WONDERFUL THAT AFTER HORRIBLE SUFFERING BELGRADE SENDS US A GREAT MULTITUDE OF VARIED AND IMPORTANT INFORMATION ONLY ONE PRICE IN ZAGREB. FORGIVE ME BUT YOU STILL HAVEN'T SENT ME SIX HUNDRED DOLLARS FOR SEPTEMBER URGENTLY NEEDED. THIS SUM SHOULD BE IMMEDIATELY PAID TO ME BY THE LEGATION. NATURALLY I EXPECT WESTERN UNION MONEY ORDER FOR THREE HUNDRED. I AGREED WITH TIFFANY COMPANY THAT THE GOLD WATCH FOR POLA WILL COST FIFTY DOLLARS FOURTEEN KARATS AS USUAL AND A TWO LETTER MONOGRAM. GOT MY GIFT TO YOU FOR THE MONEY AND NOW I'M THINKING HOW TO DEDICATE IT. WITH GREATEST RESPECT AND GRATITUTDE, YOURS,
NIKOLA TESLA

WESTERN UNION (40)

SYMBOLS
DL = Day Letter
NL = Night Letter
LC = Deferred Cable
NLT = Cable Night Letter
WU = Week-End Letter
Ship Radiogram

R. B. WHITE, PRESIDENT — NEWCOMB CARLTON, CHAIRMAN OF THE BOARD — J. C. WILLEVER, FIRST VICE-PRESIDENT

SERVICE
...ss it is a full-rate telegram or Cable-gram unless its de-ferred character is in-dicated by a suitable symbol above or pre-ceding the address.

The filing time shown in the date line on telegrams and day letters is STANDARD TIME at point of origin. Time of receipt is STANDARD TIME at point of destination

NC268 177=NH NEWYORK NY 29 448P

1941 OCT 29 PM 5 42

NJEGOVA EKSELENCIJA= 1520 16 ST NORTHWEST

KONSTANTIN FOTICH WASHDC=

PREMDA SE NECINI MI SMO UVEK U DOTICAJU SA BEOGRADOM. DOBIVAM MNOGO PISAMA ISTECI NOVCANU POMOC. NU TO JE RELATIVNO MALEN PROJ. VELIKA VECINA ZAHTEVA DA UPOTREBIM MOJE PRONALAZKE, OTRICA, GENIJ I STO NE, ZA UNISTENJE NASIH DIVLJIH NEPRIJATELJA. JA CU POTROSITI VISE NEGO ONIH TRI STOTINE DOLARI STO STE MI DALI ZA POLU JER PRAVIM KNJIGU KOJA CE BITI JEDINSTVENA U SVETSKOJ LITERATURI I PRODAVATI SE TAKO RECI BEZ GRANICE. AKO SE IZDA MILIJUN POLA CE PRIMITI PET STOTINA HILJADA DOLARA. DIVNO JE DA POSLJE GROZNOG STRADANJA BEOGRAD NAM SALJE OGROMNU MNOZINU SVAKOVRSTNIH I VAZNIH PODATAKA SAMO JEDNA CENA U ZAGREBU. OPROSTITE VI MI JOS NISTE PRISTAVILI SEST STOTINA DOLARA ZA SEPTEMBER NEOBHODNO NUZDNI. TREBA DA MI SE TA SVOTA ODMAH PLATI OD STRANE POSLANSTVA. DAKAKO OCEKUJEM WESTERNUNION MONEYORDER ZA TRI STOTINE. SLOZIO SAM SE SA TIFFANY COMPANY DA CE ZLATAN SAT ZA POLU KOSTATI PEDESET DOLARA CETRNAESI KARAT KAO OBICNO I MONOGRAMOM OD DVA SLOVA. DOBIJO SAM MOJ DAR VAMA ZA NOVCE I SAD PREMISLJAM KAKO DAGA POSVETIM. SA IZRAJOM NAJVECEG POSTOVANJA I ZAHVALNOSTI VAS=

NIKOLA TESLA.

HO 3492

To DLR IMMY

635P PTY ANS ADV DLR IMMY JE

634P PTY ANS ADV NOT FOR GREEK LEGATION SUB TRY JUGOSLAV LEGATION RI ADV HO 3492

THE COMPANY WILL APPRECIATE SUGGESTIONS FROM ITS PATRONS CONCERNING ITS SERVICE

Folder 27

From: corum@apollo.hp.com
Subject: Re: The check...
To: leland@csn.org (Leland Anderson)
Date: Thu, 6 Oct 94 16:14:08 EDT"
Mailer: Elm [revision: 70.85]

Hello Lee:

I have not been in the office lately. Hence not reading my mail. Here is the info on the check. It was written on a bank called, Mercantile Deposit Company, signed by A.A. Uartenian, Chief of Amtorg Trading Corporation, 261 Fifth Ave. NY, NY. Tesla also had coorespondence with a USSR Commander N. Tonctovohi regarding wireless power. The coorespondence was through this Amtorg Co.

Jim does not have email or fax. He only has US mail or phone. He has been away working on several consulting jobs.

I have been working with some high school kids and vacuum tube coils. We have been able to get 64 inches from a pair of 204TH tubes being pulsed with 2kw. However the tubes didn't last long!

Regards
Ken Corum

COPY OF LETTER BY DR. TESLA TO THE BRITISH

WAR OFFICE

New York, N. Y.
August 29, 1936

His Majesty's Principal Secretary of State
For War
War Office
London, S.W.1.

Sir:

The following proposal to His Majesty's Government, set forth in detail below, is respectfully submitted under the seal of secrecy.

EXPLANATORY REMARKS

1: In the course of scientific and experimental investigation, carried on for many years, I have made important discoveries and inventions enabling me to project particles of matter to great distances with high velocities which may even approximate that of light, thereby producing destructive and other effects of virtually any desired intensity. However unbelieveable it is a fact that in this manner, not only a city and the thickly settled districts in its vicinity but all the clearly visible surrounding country, can be rendered entirely immune from damage to life and property by an attack of aeroplane no matter what their number, speed and altitude of flight. As to dirigibles of the zeppelin or other types, they could not approach the protected region without their crews being killed, the engines stopped and the bombs exploded. Protection may also be afforded in foggy weather and in the darkness of night.

2: The energy generated and emitted by my methods and apparatus is not subject to dispersion, as that of ordinary rays, but travels on and on in a state of unchanging concentration such that power amounting to thousands of kilowatts may be transmitted through a channel of less than one hundred thousandths of a centimeter in cross section and, from the same machine, not only through the

earth's atmosphere but also with equal facility through interplanetary space to unlimited distance.

3: This new art of transmitting and applying nondispersive energy seems to me destined to create a revolution in many fields and may, perhaps, be viewed by posterity as my best achievment. It is certain that the principle will be of profound influence on the future development of implements of war. Just to illustrate its immense possibilities in this special department of science and engineering, consider a shell of having a weight of 400,000 grams and a nozzle velocity of 400,000 centimeters per second and imagine that the same weight were represented in minute particles which my machine can readily project with a speed two hundred thousand times greater. In this case their aggregate kinetic energy would be twenty billion times that of the shell. Evidently, then to equal the energy of the same, a quantity of particles weighing only one hundred thousandths of a gram would be required.

4: The particles might be effective at thousands of kilometers but, of course, the useful trajectory is limited and will be almost perfectly rectilinear, the gravitational fall during the quasi-infinitesimal time of transit being negligible.

5: Regarding the magnitude of the objective actions, it may be stated that, whatever the size of the particle, the collective effect of a vast number of them may be very great and extremely destructive both by the mechanical force of the blow and the heat generated. As the _____ of impact and, consequently, the heated masses are very small, enormous instantaneous pressures and temperatures should be attained with the result of piercing not only thin aeroplane sheathing but also thick armour.

6: Obviously, in repelling attacks by armies, actions of comparatively insignificant intensity would be quite sufficient. Ten thousand men could be temporarily or permanently stopped at distances exceeding many times the range of an ordinary rifle with an expenditure of kinetic energy not greater than that imparted to one shell.

earth's atmosphere but also with equal facility through interplanetary space to unlimited distance.

3: This new art of transmitting and applying nondispersive energy seems to me destined to create a revolution in many fields and may, perhaps, be viewed by posterity as my best achievment. It is certain that the principle will be of profound influence on the future development of implements of war. Just to illustrate its immense possibilities in this special department of science and engineering, consider a shell of having a weight of 400,000 grams and a nozzle velocity of 400,000 centimeters per second and imagine that the same weight were represented in minute particles which my machine can readily project with a speed two hundred thousand times greater. In this case their aggregate kinetic energy would be twenty billion times that of the shell. Evidently, then to equal the energy of the same, a quantity of particles weighing only one hundred thousandths of a gram would be required.

4: The particles might be effective at thousands of kilometers but, of course, the useful trajectory is limited and will be almost perfectly rectilinear, the gravitational fall during the quasi-infinitesimal time of transit being negligible.

5: Regarding the magnitude of the objective actions, it may be stated that, whatever the size of the particle, the collective effect of a vast number of them may be very great and extremely destructive both by the mechanical force of the blow and the heat generated. As the _____ of impact and, consequently, the heated masses are very small, enormous instantaneous pressures and temperatures should be attained with the result of piercing not only thin aeroplane sheathing but also thick armour.

6: Obviously, in repelling attacks by armies, actions of comparatively insignificant intensity would be quite sufficient. Ten thousand men could be temporarily or permanently stopped at distances exceeding many times the range of an ordinary rifle with an expenditure of kinetic energy not greater than that imparted to one shell.

7: A very valuable and unique feature of my machine is its capability of delivering, in intervals, energy at rates many times the normal without the slightest risk to any of its parts.

8: Most of the results contemplated are possible only by the use of electrical pressures much greater than any heretofore employed. This subject has required my concentrated attention for nearly forty years and 1900 I had already mastered the art sufficiently to operate a large wireless transmitter at twenty million volts although not without difficulties and danger. It enabled me, among other things, to flash a current around the globe, demonstrate terrestrial resonance and produce a potential "death ray". Numerous improvements in methods and apparatus which I have invented to date make it easy to guarantee and control safely electric potentials from fifty to one hundred million volts by which I expect to realize practical wireless transmission of power. Noting with satisfaction and pride the extensive use of my alternating system in His Majesty's domain I hope to achieve a similar success in this new field.

9: In the hands of scientific investigation my machine is likely to yield results of inestimable value. From certain observations I have made in experimenting with twenty million volts it seems reasonable to expect that it will also be capable of dispelling fog, especially as the size of the particles, their speed and their electrical charge can be instantaneously varied and adjusted for best effect.

10: In order to obtain electrical and mechanical actions of the magnitude here considered it is indespensable to employ over a dozen of my discoveries and inventions, some of which are fundamental.

11: In the present state of development, a plant of one thousand kilowatts capacity, comprising a small power house and a tower twenty-five meters high, would be sufficient for the safety of London and the surrounding districts. To protect Great Britan a few of such plants would have to be used. I have devoted much time

to reduce the dimensions and capacity of such an installation and am satisfied that battleships may be equiped with compact units which will destroy attacking planes and may also prove effective in the dispersion of fog.

PROPOSAL TO HIS MAJESTY'S GOVERNMENT

This proposal is made with the sincere hope of rendering a great service to the world, and the object of advancing my work in the interest of science and humanity. I have an unbounded admiration for the people of Great Britain and believe that these inventions and discoveries of mine could not be more beneficially employed than by protecting His Majesty's domain from a possible calamity which would be of disastrous consequence to all human progress.

As for myself, I need absolutely a large and fully equipped research laboratory and the "Tesla Institute" recently formed in Yugoslavia, as well as an Academy of Science, founded in Paris in my honor, will require continued support. Besides, I have many i-perative obligations, and all this requires a large sum of money, especially in view of the restrictions placed on individual possession. If, as I am sure, I can render this great service to Great Britain, I feel that I should be aided in the attainment of my unselfish aims.

1. As the first step towards the realization of the objects contemplated, I propose to submit to His Majesty's Naval and Military experts, within three months from date of acceptance, complete drawings and specifications of an operative plant as referred to above, with all the details and accessory devices. This is not ordinary routine work but a apecial and very difficult task, to which I must devote my full attention, excluding other business. To cover all outlays and allow for reasonable personnel expenses, a sum of fifteen thousand pounds would have to be provided and I expect that, at least half of it would be paid in advance, and the remainder on delivery of the plans.

2. My specifications are always drawn with the greatest care and in all cases that presented themselves in my long career, they have been approved and adopted in their entirety. I anticipate, therefore, with confidence, that His Majesty's

experts will take the same favorable action and if so, my compensation should then be fixed and would consist:

(a) In the immediate payment of the sum of five hundred thousand pounds.

(b) A guarantee by His Majesty's government that when the plant is built and tested and found to operate as I specify so that, it can protect London and surrounding districts, of which I feel perfectly confident, another payment will be made to me of ten million pounds immediately upon satisfactory demonstration.

(c) His Majesty's government will further guarantee me an annual royalty of one pound per kilowatt of the rated capacity of this as well as other plants which may be built to my specifications.

(d) Coincident with the approval of my plans, I would offer my services for one year, during which time I would furnish additional drawings and specifications and other desired information and assistance, for which I receive ten thousand pounds.

Believe me, Sir,

Your obedient servant

COPY OF LETTER BY DR. TESLA TO THE BRITISH WAR OFFICE

New York, N. Y.
August 29, 1936

His Majesty's Principal Secretary of State
For War
War Office
London, S.W.L.

Sir:

The following proposal to His Majesty's Government, set forth in detail below, is respectfully submitted under the seal of secrecy.

EXPLANATORY REMARKS

1: In the course of scientific and experimental investigation, carried on for many years, I have made important discoveries and inventions enabling me to project particles of matter to great distances with high velocities which may even approximate that of light, thereby producing destructive and other effects of virtually any desired intensity. However unbelieveable it is a fact that in this manner, not only a city and the thickly settled districts in its vicinity but all the clearly visible surrounding country, can be rendered entirely immune from damage to life and property by an attack of aeroplane no matter what their number, speed and altitude of flight. As to dirigibles of the zeppelin or other types, they could not approach the protected region without their crews being killed, the engines stopped and the bombs exploded. Protection may also be afforded in foggy weather and in the darkness of night.

2: The energy generated and emitted by my methods and apparatus is not subject to dispersion, as that of ordinary rays, but travels on and on in a state of unchanging concentration such that power amounting to thousands of kilowatts may be transmitted through a channel of less than one hundred thousandths of a centimeter in cross section and, from the same machine, not only through the

COPY OF LETTER BY DR. TESLA TO THE BRITISH WAR OFFICE

New York, N. Y.
August 29, 1936

His Majesty's Principal Secretary of State
For War
War Office
London, S.W.1.

Sir:

The following proposal to His Majesty's Government, set forth in detail below, is respectfully submitted under the seal of secrecy.

EXPLANATORY REMARKS

1: In the course of scientific and experimental investigation, carried on for many years, I have made important discoveries and inventions enabling me to project particles of matter to great distances with high velocities which may even approximate that of light, thereby producing destructive and other effects of virtually any desired intensity. However unbelieveable it is a fact that in this manner, not only a city and the thickly settled districts in its vicinity but all the clearly visible surrounding country, can be rendered entirely immune from damage to life and property by an attack of aeroplane no matter what their number, speed and altitude of flight. As to dirigibles of the zeppelin or other types, they could not approach the protected region without their crews being killed, the engines stopped and the bombs exploded. Protection may also be afforded in foggy weather and in the darkness of night.

2: The energy generated and emitted by my methods and apparatus is not subject to dispersion, as that of ordinary rays, but travels on and on in a state of unchanging concentration such that power amounting to thousands of kilowatts may be transmitted through a channel of less than one hundred thousandths of a centimeter in cross section and, from the same machine, not only through the

earth's atmosphere but also with equal facility through interplanetary space to unlimited distance.

3: This new art of transmitting and applying nondispersive energy seems to me destined to create a revolution in many fields and may, perhaps, be viewed by posterity as my best achievment. It is certain that the principle will be of profound influence on the future development of implements of war. Just to illustrate its immense possibilities in this special department of science and engineering, consider a shell of having a weight of 400,000 grams and a nozzle velocity of 400,000 centimeters per second and imagine that the same weight were represented in minute particles which my machine can readily project with a speed two hundred thousand times greater. In this case their aggregate kinetic energy would be twenty billion times that of the shell. Evidently, then to equal the energy of the same, a quantity of particles weighing only one hundred thousandths of a gram would be required.

4: The particles might be effective at thousands of kilometers but, of course, the useful trajectory is limited and will be almost perfectly rectilinear, the gravitational fall during the quasi-infinitesimal time of transit being negligible.

5: Regarding the magnitude of the objective actions, it may be stated that, whatever the size of the particle, the collective effect of a vast number of them may be very great and extremely destructive both by the mechanical force of the blow and the heat generated. As the _____ of impact and, consequently, the heated masses are very small, enormous instantaneous pressures and temperatures should be attained with the result of piercing not only thin aeroplane sheathing but also thick armour.

6: Obviously, in repelling attacks by armies, actions of comparatively insignificant intensity would be quite sufficient. Ten thousand men could be temporarily or permanently stopped at distances exceeding many times the range of an ordinary rifle with an expenditure of kinetic energy not greater than that imparted to one shell.

7: A very valuable and unique feature of my machine is its capability of delivering, in intervals, energy at rates many times the normal without the slightest risk to any of its parts.

8: Most of the results contemplated are possible only by the use of electrical pressures much greater than any heretofore employed. This subject has required my concentrated attention for nearly forty years and 1900 I had already mastered the art sufficiently to operate a large wireless transmitter at twenty million volts although not without difficulties and danger. It enabled me, among other things, to flash a current around the globe, demonstrate terrestrial resonance and produce a potential "death ray". Numerous improvements in methods and apparatus which I have invented to date make it easy to guarantee and control safely electric potentials from fifty to one hundred million volts by which I expect to realize practical wireless transmission of power. Noting with satisfaction and pride the extensive use of my alternating system in His Majesty's domain I hope to achieve a similar success in this new field.

9: In the hands of scientific investigation my machine is likely to yield results of inestimable value. From certain observations I have made in experimenting with twenty million volts it seems reasonable to expect that it will also be capable of dispelling fog, especially as the size of the particles, their speed and their electrical charge can be instantaneously varied and adjusted for best effect.

10: In order to obtain electrical and mechanical actions of the magnitude here considered it is indespensable to employ over a dozen of my discoveries and inventions, some of which are fundamental.

11: In the present state of development, a plant of one thousand kilowatts capacity, comprising a small power house and a tower twenty-five meters high, would be sufficient for the safety of London and the surrounding districts. To protect Great Britan a few of such plants would have to be used. I have devoted much time

to reduce the dimensions and capacity of such an installation and am satisfied that battleships may be equiped with compact units which will destroy attacking planes and may also prove effective in the dispersion of fog.

PROPOSAL TO HIS MAJESTY'S GOVERNMENT

This proposal is made with the sincere hope of rendering a great service to the world, and the object of advancing my work in the interest of science and humanity. I have an unbounded admiration for the people of Great Britain and believe that these inventions and discoveries of mine could not be more beneficially employed than by protecting His Majesty's domain from a possible calamity which would be of disasterous consequence to all human progress.

As for myself, I need absolutely a large and fully equipped research laboratory and the "Tesla Institute" recently formed in Yugoslavia, as well as an Academy of Science, founded in Paris in my honor, will require continued support. Besides, I have many imperative obligations, and all this requires a large sum of money, especially in view of the restrictions placed on individual possession. If, as I am sure, I can render this great service to Great Britain, I feel that I should be aided in the attainment of my unselfish aims.

1. As the first step towards the realization of the objects contemplated, I propose to submit to His Majesty's Naval and Military experts, within three months from date of acceptance, complete drawings and specifications of an operative plant as referred to above, with all the details and accessory devices. This is not ordinary routine work but a apecial and very difficult task, to which I must devote my full attention, excluding other business. To cover all outlays and allow for reasonable personnel expenses, a sum of fifteen thousand pounds would have to be provided and I expect that, at least half of it would be paid in advance, and the remainder on delivery of the plans.

2. My specifications are always drawn with the greatest care and in all cases that presented themselves in my long career, they have been approved and adopted in their entirety. I anticipate, therefore, with confidence, that His Majesty's

Awalt, Leland Miss 181

experts will take the same favorable action and if so, my compensation should then be fixed and would consist:

(a) In the immediate payment of the sum of five hundred thousand pounds.

(b) A guarantee by His Majesty's government that when the plant is built and tested and found to operate as I specify so that, it can protect London and surrounding districts, of which I feel perfectly confident, another payment will be made to me of ten million pounds immediately upon satisfactory demonstration.

(c) His Majesty's government will further guarantee me an annual royalty of one pound per kilowatt of the rated capacity of this as well as other plants which may be built to my specifications.

(d) Coincident with the approval of my plans, I would offer my services for one year, during which time I would furnish additional drawings and specifications and other desired information and assistance, for which I receive ten thousand pounds.

Believe me, Sir,

Your obedient servant

Leland,

of course I am
curious what will
you say. And...
(what not many words!)
This is only [illegible]
I [illegible].

Love,

t

Anderson, Leland Stanford, Jr. papers, 1934-1942 and undated. MSS 961
Box 1, Folder 27

Tesla's Telegrams to S. Kosanovich

One

New York, December 19, 1939
TO Savica Kosanovich, Zagreb (Yugoslavia)

Informed through our diplomat Fotich I cordially thank to Dr. Macek and you on noble offer. It is difficult to accept but I have to take into account only my work. It will take long time before the situation is settled between Serbs and Croats. Great and happy development is that we are united against the enemy.

Yours,
Nikola Tesla

Two

New York, March 1, 1941
TO Savica Kosanovich, Belgrade (Yugoslavia)

Warmest thanks to Mr. Macek and you for the good news. It is important to inform you with the facts. I have been developing a new principle for eight years, using more than fifty own inventions of which one third are fundamental discoveries. In the system there are no electrons. Energy goes in the same direction without spreading and is the same on all distances. It consists of neutrons. The beam is equal to the diameter of hydrogen. It penetrate the shield of the largestwarships, so whatever is in them can be put on fire on limitless distance. Also airplanes. There should be needed nine stations: four for Serbia, three for Croatia, and two for Slovenia. Each should be two hundred KW, and they unavoidably give the protection to our dearest homeland against all the attacks. The content of the bomb can be triggered in the air. I want to stress out that in one station there is need for only one small generator or battery of 30 volts for operation.

Give my regards to Dr. Macek, and to you all the best and a lot of thanks.

Your uncle,
Nikola Tesla

Three

New York, March 4, 1941

TO Savica Kosanovich, Belgrade (Yugoslavia)

Poor in words I didn't send you enough informations. It will be necessary to enlarge the number of stations up to twelve; eight for Croatia each in shape of my known tower but only twenty meters high with a dome five meters in diameter. The station works by mechanical force from a Diesel machine, my air turbine, steam, electrically, or any other way and transfer in electrical non-alternating power under pressure of sixty million volts without danger. I expect ban Subasic to build one station at the peak of Lovcen mountain. Will be no radiance. Electrical power is moving particles through the air with velocity of 11837370000 centimeters per a moment and that's 0,394579 of the speed of light. What I said about aeroplanes is also true for tanks, freight vehicles, automobiles, many different types of machines in fastories, wheels in hydro, electrical and many other machines. Particles could have larger diameter than hydrogen atom and it is possible to melt metals and many other materials on all distances. Important results in war and peace achieved. Particles are practically always neutrons because they carry 3723 times less electricity than electrons which couldn't reach far distances through air. In my efforts with twenty effective millions of volts electrons were carrying forty times more electricity than usually and were penetrating two meters and because of a terrible reaction were destroying every tube in a moment. I must finish because a whole book is needed to explain everything. With a warmest regard I remain your uncle=

Nikola Tesla

Four

New York, July 15, 1941

TO Sava Kosanovich, Yugoslav Minister, Capetown (South Africa)

My health could not be better. I eat like a horseman. I developed new inventions for our homeland, that can produce miracles. A lot of greetings from your faithful uncle=

Nikola

Five

New York, no date

TO Sava Kosanovich, Yugoslav Delegate, Capetown (South Africa)

To prepare the engineer who will come later, and personal needs send me eight hundred dollars, please could you order to send me by telegraph. I work very successfully with all my energy but the laws of nature cannot be overlooked. Long live his majesty, King Peter II, his majesty Prince Pavle, and our still invincible Yugoslavia. Greetings, your uncle

Nikola Tesla

Six

New York, December 26, 1941

TO Savica Kosanovich, Belgrade (Yugoslavia)

Recently I produced new principle to transfer unlimitted power, for the complete defense of our dearest homeland. That power, that I managed to prove in practice, will give Yugoslavia overwhelming strenght, because it will be able to destroy every machine, trigger the gunpowder, and so on. I will explain everything via our representative. I drained my finances in this hard work, and I have to ask you to send me, by telegraph, at least five hundred dollars, hotel New Yorker. I am very happy thinking that I am helping the homeland. With greetings I remain your uncle=

Nikola Tesla

Leland,
the language is not perfect but I must be honest: Tesla's language was also not that good. Anyway this is for the FBI & CIA... What do you think?

Tesla, Nikola

Mass, Energy, and Power

n.p., n.d.

t.ms., 116p. (title and p. 1-4 lacking; text in German)

psychischer und anderer Zustaende zu grosser Vollkommenheit gebracht worden sind, experimentell werden bestaetigt werden. Mehr noch: dieses eine menschliche Wesen lebt fort und fort. Das Individuum ist vergaenglich, Rassen und Nationen kommen und vergehen, aber der Mensch bleibt. Darin besteht der grosse Unterschied zwischen dem einzelnen Menschen und der gesamten Menschheit. Darin auch liegt eine [illegible] aerung vieler jener wunderbaren Erbschaft[s]phaenomena, die das Resultat schwacher, aber unzaehlbare Jahrhunderte lang-bestaendig wirkender Einfluesse sind.

Man stelle sich also den Menschen vor als eine Masse, die von einer Kraft vorwaerts gedraengt wird. Obgleich diese Bewegung nicht eine translatorische ist, eine Bewegung, die eine Stellungsveraenderung in sich begreift, sind doch die allgemeinen mechanischen Bewegungsgesetze anwendbar, und die dieser Masse innewohnende Energie kann nach wolbekannten Grundsaetzen gemessen werden durch die Haelfte des Produkts aus der Masse und dem Quadrat einer gewissen Geschwindigkeit. So enthaelt z. B. eine sich im Ruhestande befindende Kanonenkugel eine gewisse Quantitaet von Energie in der Form von Waerme. Man stellt sich vor, die Kugel bestehe aus unzaehligen kleinen Teilchen, Atome oder Molekuele genannt, welche vibrieren oder um einander herumwirbeln. Man stellt ihre Massen und Geschwindigkeiten fest und bestimmt daraus die Energie jeder dieser kleinen Systeme, und indem man alle addirt, erhaelt man eine Idee von der gesamten Energie, welche in der scheinbar sich in Ruhe

FROM COLUMBIA UNIVERSITY CARD 7

befindenden Kugel enthalten ist. Bei dieser rein theoretischen Abschaetzung kann dann diese Energie berechnet werden indem man die Haelfte der ganzen Masse -das heisst, die Haelfte aller kleinen Massen- multipliziert mit dem Quadrat einer Geschwindigkeit, welche aus den Geschwindigkeiten der einzelnen Teilchen bestimmt wird. Man kann sich vorstellen, dass die menschliche Energie auf dieselbe Weise gemessen werden koenne, indem man die Haelfte der menschlichen Masse multipliziert mit dem Quadrat einer Geschwindigkeit, welche wir noch nicht zu berechnen imstande sind. Aber unser Mangel an Kenntniss in dieser Hinsicht wird nichts zerstoeren an der Wahrheit der Schlussfolgerungen, die ich daraus ableiten werden, denn sie beruhen auf dem festen Grundsatze, dass Masse und Kraft ueberall in der Natur von denselben Gesetzen beherrscht werden.

Der Mensch ist jedoch nicht eine gewoehnliche, aus spinnenden Atomen oder Molekuelen bestehende, und nur Waerme-Energie enthaltende Masse. Er ist eine ausgestattet mit gewissen hoeheren Eigenschaften wegen des Lebensschoepfungsprinzips, welches ihm innewohnt. Seine Masse aendert sich bestaendig wie das Wasser in einer Meereswoge, das alte wird durch neues ersetzt. Und nicht nur dies, er waechst, pflanzt sich fort und stirbt, und aendert so unabhaengig seine Masse, in Groesse sowol als in Dichtigkeit. Am allerwunderbarsten ist, dass er seine Bewegungsgeschwindigkeit zu vermindern oder zu vergroessern imstande ist vermoege der geheimnis-

vollen Kraft, welche er besitzt, sich aus anderen Substanzen mehr oder weniger Energie anzueignen und diese in Bewegungsenergie umzuwandeln. Aber in irgend einem gegebenen Momente darf man wol diese langsamen Aenderungen unbeachtet lassen und annehmen, dass das Produkt aus der Haelfte der menschlichen Masse und dem Quadrat einer gewissen hypo[illegible]keit das Maass menschlicher Energie ist. Wie man auch diese Geschwindigkeit berechnet und was man auch immer als Maasseinheit annimmt, man muss, in Uebereinstimmung mit dieser Auffassung, zu dem Schluss kommen, dass es das groesste Problem der Wissenschaft ist und immer sein wird, die so festgestellte Energie zu erhoehen. Vor vielen Jahren, angeregt durch das Lesen jenes hochinteressanten Werkes von Draper, "Geschichte der geistigen Entwickelung Europa's", welches so lebhaft die menschliche Bewegung schildert, gelangte ich zu der Erkenntnis, dass die Loesung dieses grossen Problems immerdar die hoechste Aufgabe des Mannes der Wissenschaft sein muss. Einige Resultate meines eigenen Strebens nach diesem Ziele werde ich hier kurz zu beschreiben versuchen.

Es stelle also in Schema a M die menschliche Masse vor. Diese Masse wird nach einer Richtung hin angetrieben von einer Kraft f, welcher eine andere, genau in entgegengesetzter Richtung wirkende, teils reibende, teils negative Kraft Widerstand leistet und die Bewegung der Masse verzoegert. Eine solche Gegenwirkung findet bei jeder Bewegung statt und muss in Betracht gezogen werden. Der Unterschied zwischen diesen beiden Kraeften ist die ef

fektive Kraft, welche der Masse M eine Geschwindigkeit V verleiht in der Richtung des Pfeiles auf der Linie f, welche die Kraft darstellt. Nach Vorhergehendem ergiebt sich also die menschliche Energie aus dem Produkt 1/2 M V²= 1/2 M VxV, worin M die gesamte Masse im gewoehnlichen Sinne des Wortes "Masse" und V eine gewisse hypothetische Geschwindigkeit ist, welche wir bei dem gegenwaertigen Standpunkte der Wissenschaft noch nicht genau zu bestimmen und festzustellen imstande sind. Die menschliche Energie erhoehen bedeutet deshalb so viel wie dieses Produkt erhoehen, und, wie leicht ersichtlich, stehen zur Erreichung dieses Ziels nur die drei, in obigem ~~Schema~~ Diagramme illustrierten Wege offen. Der erste Weg, dargestellt in der oberen Figur, ist Vergroesserung der Masse, (wie durch die punktierte Kreislinie angedeutet) indem die beiden entgegengesetzten Kraefte unveraendert bleiben. Der zweite Weg ist die Verminderung der Verzoegerungskraft R auf einen kleineren Wert r, indem Masse und Antriebskraft dieselben bleiben, wie in der mittleren Figur ~~schematisch~~ schema gezeigt ist. Der dritte Weg, illustriert in der letzten Figur, ist die Vermehrung der Antriebskraft f auf einen hoeheren Wert F, waehrend Masse und Verzoegerungskraft R unveraendert bleiben. Offenbar sind der Vergroesserung der Masse und der Verminderung der Verzoegerungskraft bestimmte Grenzen gezogen, aber die Antriebskraft kann bis ins Unendliche gesteigert werden.. Jede dieser drei moeglichen Loesungen verleiht dem Hauptprobleme der Erhoehung menschlicher Energie ein anderes Ansehen, ~~und teilt es ein~~ wodurch es in drei besondere Probleme, die nach einander betrachtet werden sollen, zerfällt.

Das erste Problem: Wie kann die menschliche Masse vergroessert werden - Das Brennen atmosphaerischen Stickstoffes.

Im allgemeinen betrachtet giebt es augenscheinlich zwei Wege die Masse zu vergroessern: erstens dadurch, dass man jene unterstuetzt und aufrecht erhaelt die zu ihr beitragen; zweitens dadurch, dass man die Kraefte bekaempft und vermindert, die sie zu verkleinern suchen. Die Masse wird vergroessert durch sorgfaeltige Gesundheitspflege, durch kraeftige Nahrung, durch Maessigkeit, durch regelmaessige Lebensweise, durch Foerderung der Ehe, durch gewissenhafte Pflege der Kinder und, im allgemeinen, durch Beobachtung der mannigfaltigen Religions- und Gesundheits-Vorschriften und Gesetze. Aber wenn der alten Masse neue hinzugefuegt wird, stellen sich wiederum drei Faelle ein. Die hinzugefuegte Masse besitzt entweder dieselbe, oder kleinere, oder groessere Geschwindigkeit als die alte. Um von der verhaeltnismaessigen Wichtigkeit dieser Faelle eine Idee zu gewinnen, stelle man sich vor, ein aus hundert Lokomotiven bestehender Zug laufe auf einem Geleise, und dass, behufs Vermehrung der Geschwindigkeit der sich bewegenden Masse, vier weitere Lokomotiven hinzugefuegt werden. Wenn diese vier sich mit derselben Geschwindigkeit bewegen als der Zug, dann wird die gesamte Energie um vier Prozent vergroessert; wenn sie sich mit der halben Geschwindigkeit bewegen, wird die Vergroesserung nur ei-

nen Prozent betragen; wenn sie sich mit zweimal so grosser Geschwindigkeit bewegen, dann wird die Energie um sechzehn Prozent vergroessert. Dieses einfache Beispiel beweist, dass es von der hoechsten Wichtigkeit ist, Masse groesserer Geschwindigkeit hinzuzufuegen. Das ist besonders wichtig, wenn z. B. Kinder in ebenso hohem Grade [illegible] als die Eltern - das heisst, Masse "derselben Geschwindigkeit" sind - wird die Energie nur im Verhaeltnis zu der hinzugefuegten Zahl erhoeht. Wenn sie weniger intelligent oder fortgeschritten, oder Masse "kleinerer Geschwindigkeit" sind, wird der Gewinn an Energie ein sehr geringer sein; wenn sie aber weiter fortgeschritten, oder Masse "groesserer ~~Energie~~ Geschwindigkeit" sind, dann wird die neue Generation den Gesamtbetrag der menschlichen Energie bedeutend erhoehen. Jede Hinzufuegung von Masse "kleinerer Geschwindigkeit", mehr als unbedingt notwendig ist, um dem in dem Sprichworte "Mens sana in corpore sano" ausgedrueckten Gesetze Genuege zu leisten, sollte mit aller Macht bekaempft werden. So z. B. betrachte ich die Entwickelung der Muskeln allein, wie sie in einigen unserer Hochschulen angestrebt wird, als Hinzufuegung von Masse "kleinerer Geschwindigkeit", die ich nicht empfehlen wuerde, obgleich ich in meinen eigenen Studentenjahren andere Ansichten hegte. Natuerlich ist maessige Uebung, die das Gleichgewicht zwischen Koerper und Geist aufrecht erhaelt und die hoechste Leistungsfaehigkeit gewaehrt, ein Haupterfordernis. Das oben angefuehrte Beispiel zeigt, dass die Erziehung, oder Steigerung der "Geschwin-

digkeit" der neu hinzugefuegten Masse dasjenige Resultat ist, dessen Erreichen von der groessten Wichtigkeit ist.

Andererseits braucht wol kaum erwaehnt zu werden, dass alles, was den Lehren der Religion und den Gesundheitsgesetzen widerspricht, eine Verminderung der Masse herbeifuehrt. Stimuliermittel wie Whiskey, Wein, Thee, Kaffee und dergleichen sind Schuld an der Lebensverkuerzung vieler und sollten deshalb mit Maessigkeit gebraucht werden. Aber ich glaube nicht, dass strenge Maassregeln zur Abschaffung von Gewohnheiten, die viele Generationen hindurch befolgt wurden, empfehlenswert sind. Es ist weiser Maessigkeit zu predigen, als gaenzliche Enthaltsamkeit. Wir haben uns an diese Stimuliermittel gewoehnt, und wenn derartige Reformen eingefuehrt werden sollen, so muss dies langsam und allmehlich geschehen. Diejenigen Leute, welche ihre Kraefte solchen Zwecken widmen, koennten sich weit nuetzlicher machen, wenn sie ihren Anstrengungen andere Richtungen gaben, wie z. B. der Verschaffung reinen Trinkwassers.

Auf jeden Menschen, der dem Effekte von Stimuliermitteln unterliegt, fallen mindestens tausend, die vom Trinken unreinen Wassers sterben. Diese kostbare Fluessigkeit, die uns taeglich neues Leben einfloesst, ist gleichfalls das Hauptmittel, durch welches Krankheiten und Tod unsern Koerper betreten. Die Leben-zerstoerenden Keime, welche es mit sich bringt, sind um so schrecklichere Feinde, da sie ihr toetliches Werk unbemerkt verrichten. Sie besiegeln unser

Schicksal, w-ehrend wir uns unseres Lebens freuen. Die meisten Leute sind so unwissend und unvorsichtig beim Wassertrinken und die Folgen davon sind so verderbenbringend, dass ein Philanthrop seine Bemuehungen kaum einer besseren Sache widmen koennte als der Belehrung derer, die sich auf diese Weise Schaden zufuegen. Durch systematisches Reinigen und Sterilisieren des Trinkwassers wuerde die menschliche Masse sehr bedeutend vergroessert werden. Es sollte zu einer strengen Massregel - die ~~gesetzlich in Ausfuehrung gebracht~~ selbst zum Gesetz erhoben werden koennte - gemacht werden, in jedem Haushalte oder oeffentlichen Platze das Wasser zu kochen oder auf andere Weise zu sterilisieren. Das Filtrieren allein gewaehrt keinen genuegenden Schutz gegen Ansteckung. Alles fuer inwendigen Gebrauch bestimmte Eis sollte kuenstlich, aus gruendlich sterilisiertem Wasser hergestellt werden. Die Wichtigkeit Krankheitskeime aus dem Wasser zu entfernen, mit welchen Staedte versorgt werden, wird allgemein anerkannt, aber es wird wenig zur Besserung der bestehenden Zustaende getan, da bisher noch keine zufriedenstellende Methode zur Sterilisierung grosser Wassermengen vorgeschlagen worden ist. Vermittels verbesserter elektrischer Vorrichtungen kann jedoch jetzt Ozon billig und in grossen Quantitaeten dargestellt werden, und dieses ideale Desinfektionsmittel scheint eine gluecklche Loesung dieser wichtigen Frage zu gewaehren.

~~Das~~ Spiele~~n~~, ~~Geschaeft~~ Geld jagd und Aufregung, hauptsaechlich

auf den Boersen, sind Ursachen grosser Massenverminderung, besonders weil die betreffenden Individuen Einheiten eines groesseren Wertes darstellen. Die Unfachigkeit die ersten Symptome einer Krankheit zu erkennen und deren Vernachlaessigung sind wichtige Vererblichkeitsfaktoren. Indem man sorgfaeltig jedes Zeichen einer herannahenden Gefahr beachtet und alle moegliche Anstrengungen macht sie abzuwenden, befolgen wir nicht nur weise Gesundheitsgesetze im Interesse unseres Wolseins und des Erfolges unserer Arbeiten, sondern wir erfuellen auch eine hoehere, moralische Pflicht. Jedermann sollte seinen Koerper ansehen als eine unschaetzbare Gabe von Einem, den er ueber Alles liebt, als ein wunderbares Kunstwerk von unbeschreiblicher Schoenheit, ein Meisterwerk, das ueber alle menschliche Verstaendnis erhaben ist, so zart und gebrechlich, dass ein Wort, ein Hauch, ein Blick, ja sogar ein Gedanke ihn beschaedigen kann. Unreinlichkeit verursacht Krankheiten und ist nicht nur eine selbstzerstoerende, sondern auch hoechst unsittliche Gewohnheit. Indem wir unsern Koerper gesund und rein erhalten und ihn bewahren vor Ansteckung, bezeugen wir unsere Ehrfurcht vor dem hohen Prinzip, welches ihm inne wohnt. Wer in diesem Sinne die Vorschriften der Gesundheit befolgt, zeigt sich, mindestens in dieser Beziehung, als wirklich religioes. Lose Sitten sind ein schreckliches Uebel, das sowol Koerper als Geist vergiftet und in einigen Laendern fuer eine grosse Verminderung der menschlichen Masse verantwortlich ist. Viele der gegenwaertigen Sitten und Neigungen haben aehnliche schaedliche Resultate -13-

zur Folge. Z. B. das Gesellschaftsleben, die moderne Erziehung der Frau und moderne Frauenberufe tragen dazu bei, die Frauen ~~sie~~ ihren haeuslichen Pflichten zu entziehen und Maenner aus ihnen zu machen und dadurch notwendigerweise das hohe Ideal beeintraechtigen, welches sie darstellen, die kuenstlerische Schoepfungskraft verringern und Unfruchtbarkeit und allgemeine Abschwaechung der Rasse verursachen. Tausend andere Uebelstaende koennten erwaehnt werden und doch wuerden alle zusammen, in ihrer Tragweite auf das in Rede stehende Problem, einem einzigen nicht gleichkommen, dem Mangel an Nahrung, herbeigefuehrt durch Armut, Hilflosigkeit und Hungersnot. Millionen von Menschen sterben jaehrlich aus Mangel an Nahrung und halten so die Masse in Schranken. Soger in unsern aufgeklaerten Gemeinschaften, und trotz der vielen Weltaetigkeitsunternehmungen, ist dieses doch in aller Wahrscheinlichkeit ~~das~~ das Hauptuebel. Ich meine hier nicht gaenzlichen Mangel an Nahrung, sondern Mangel an gesunder Nahrung.

Wie man gute Nahrung reichlich verschaffen kann ist deshalb eine hoechst wichtige Tagesfrage. Aus allgemeinen Grundsaetzen ist das Viehzuechten zum Zwecke der Nahrungsbesorgung zu verwerfen, weil es in dem oben ausgelegten Sinne unzweifelhaft die Hinzufuegung von Masse "kleinerer Geschwindigkeit" veranlassen muss. Das Gemuesebauen ist sicherlich vorzuziehen, und ich glaube deshalb, dass der Vegetarianismus eine lebenswerte Abaenderung ist von der gewoehnlichen barbarischen Lebensweise. Dass man von Pflan-

zenkost leben und dabei seine Arbeit sogar mit Vorteil verrichten kann, ist nicht nur eine hohle Theorie, sondern eine wolbewiesene Tatsache. Viele Voelker, die sich fast ausschliesslich von Pflanzen ernaehren, besitzen ueberlegenen Koerperbau und Kraft. Gewisse Pflanzenspeise, wie Hafermehl z. B., ist unzweifelhaft oekonomischer als Fleisch und uebertrifft dasselbe sowol an mechanischer als auch geistiger Arbeitsverrichtung. Ausserdem strengt solche Nahrung unsere Verdauungsorgane entschieden weniger an und erzeugt, indem es uns zufriedener und geselliger stimmt, viel, kaum schaetzbares Gut. Angesichts dieser Tatsache sollte jede moegliche Anstrengung gemacht werden, das grausame und unnuetze Hinschlachten von Tieren, das zerstoerend auf unsere Sitten wirken muss, zu unterdruecken. Wenn wir uns von tierischen Instinkten und Begierden befreien wollen, die uns niederhalten, muessen wir anfangen bei der Wurzel selbst, aus der sie entspringen: es muss eine radikale Reform in unserer Nahrungsweise eingefuehrt werden.

Es scheint eine philosophische Notwendigkeit nach Nahrung nicht zu bestehen. Man kann sich organisierte, ohne Nahrung lebende Wesen vorstellen, die alle zur Verrichtung ihrer Lebensfunktionen noetige Energie dem umgebenden Medium entziehen. In einem Krystalle haben wir einen klaren Beweis von dem Bestehen eines formative life principle Bildungs-Prinzips, und wenn wir auch das Leben eines Krystalles nicht verstehen koennen, ist es nichsdestoweniger ein lebendes Wesen. Ausser Krystallen duerfte es noch andere derartige individu-

alisierte, materielle Wesensysteme geben, vielleicht von gasfoermiger Beschaffenheit oder aus einer noch duennneren Substanz bestehend. Angesichts dieser Moeglichkeit - nein, Wahrscheinlichkeit - koennen wir die Existenz lebender Wesen auf einem Planeten, nur weil die Umstaende auf demselben fuer Leben, wie wir es uns vorstellen, nicht geeignet sind, nicht unwidersprechlich bestreiten. Wir koennen nicht einmal mit absoluter Sicherheit behaupten, dass solche Wesen sich nicht auch hier, in unserer Welt, ja sogar in unserer Mitte befinden, denn ihre Beschaffenheit und Lebensart koennen derart sein, dass wir nicht imstande sind, sie wahrzunehmen.

Die Erzeugung kuenstlicher Nahrung als Mittel eine Vergroesserung der menschlichen Masse zu bewirken draengt sich selbstverstaendlich auf, aber ein unmittelbarer Versuch, auf diese Weise Nahrung zu verschaffen scheint mir nicht rationell zu sein, wenigstens nicht fuer den Augenblick. Es ist sehr zweifelhaft, ob wir bei solcher Nahrung gedeihen koennten. Wir sind das Resultat einer seit einer Ewigkeit fortwaehrender Anpassung und koennen keine gruendliche Aenderung vornehmen ohne unvorhergesehene, in aller Wahrscheinlichkeit verderbliche Folgen. Ein so zweifelhaftes Experiment sollte nicht gemacht werden. Es scheint mir, dass bei Weitem der beste Weg die Verheerung dieses Uebels zu bekaempfen sein wuerde, Mittel zu finden die Fruchtbarkeit des Erdbodens zu vermehren. Zu diesem Zwecke ist die Schonung der Waelder von nicht zu unterschaetzendem Werte, und in dieser Beziehung ist auch die

die Ausnuetzung von Wasserfaellen fuer elektrische Kraftuebertragung stark zu befuerworten, weil sie auf vielerlei Art die Notwendigkeit des Holzbrennens beseitigt und so zur Waldaufforstung beitraegt. Die Verbesserungen, die auf diese und aehnliche Weisen erreichen sind, haben jedoch ihre Grenzen.

Um die Erzeugnisfaehigkeit des Erdbodens wesentlich zu erhoehen muss derselbe durch kuenstliche Mittel auf wirksamere Weise gedueng t werden. Die Frage der Nahrungserzeugung loest sich also auf in die Frage, wie am besten der Erdboden zu duengen ist. Wie das Erdreich entstanden ist, ist noch ein Geheimnis. Dies zu erklaeren wuerde wahrscheinlich eine Erklaerung des Lebens selbst bedeuten. Die Felsen, aufgeloest durch Feuchtigkeit und Waerme, Wind und Wetter, waren von sich selbst nicht imstande Leben zu erhalten. Es entstand irgend ein noch nicht aufgekl aerter Zustand, es trat irgend ein neues Prinzip in Kraft und es bildete sich die erste Schicht, welche niedrige Organismen, wie Moose, zu ernaehren vermochte. Diese verliehen dem Boden durch ihr Leben und ihren Tod mehr der Leben-gebenden Eigenschaft, und es konnten dann hoehere Organismen bestehen, und so fort und fort, bis endlich hoch entwickeltes Pflanzen- und Tierleben bluehen konnte. Aber obgleich sogar jetzt die Theorien noch nicht darueber einig sind, wie sich die Befruchtung vollzieht, es ist eine nur zu gut bekannte Tatsache, dass der Erdboden nicht ohne Ende Leben unterhalten kann, und es muss ein Weg gefunden werden, ihn mit denjenigen Substanzen zu versorgen, welche ihm durch die Pflanzen entzogen worden sind. Die hauptsaechlichsten und wertvollsten dieser Substanzen sind

Stickstoffverbindungen, und deren billige Herstellung ist deshalb d[er] Schluessel zur Loesung des so wichtigen Nahrungsproblems. Un[sere] Atmosphaere enthaelt unerschoepfliche Mengen von Stickstoff, [wenn] wir es verstuenden wir denselben nur oxydieren und diese Mischungen her[stel]len, so wuerde der Menschheit ein unberechenbarer Nutzen er[wach]sen.

Schon vor langer Zeit machte diese Idee einen gewaltigen Eindruck auf die Einbildungskraft wissenschaftlicher Maenner, aber ein zur Erzielung dieses Resultats zweckmaessiges Mittel konnte nicht erdacht werden. Die ausserordentliche Traegheit des Stickstoffes, der sich Verbindungen widersetzt, sogar mit Sauerstoff, machte das Problem hoechst schwierig. Aber hier kommt die Elektrizitaet uns zu Hilfe ein elektrischer Strom von geeigneter Beschaffenheit erweckt die schlummernden Affinitaeten des Elements. Wie ein Stueck Kohle, welches Jahrhunderte lang mit Sauerstoff in Beruehrung gewesen ist ohne zu brennen, sich mit demselben verbindet wenn einmal entzuendet, so verbrennt auch der Stickstoff, wenn er durch Elektrizitaet erregt wird. Es gelang mir jedoch erst vor verhaeltnismaessig kurzer Zeit, elektrische Entladungen zu erzeugen, die den atmosphaerischen Stickstoff auf sehr wirksame Weise angriffen, obgleich ich im Mai 1891, bei einem wissenschaftlichen Vortrage, eine neue Art Entladung zeigte, "St. Elms-Gluehfeuer" genannt, die ausser dem Vermoegen, reichlich Ozon zu erzeugen, auch entschieden die Eigenschaft besass, chemische Verbindungen her-

hervorzubringen, wie ich bei jener Gelegenheit andeutete. Diese Flamme oder Entladung war damals nur drei oder vier Zoll lang, ihre chemische Wirkung war gleichfalls sehr schwach und folglich war das Oxydationsverfahren des Stickstoffes unwirtschaftlich. Diese Wirkung staerker zu machen war nun die Aufgabe. Offenbar mussten elektrische Stroeme eigentuemlicher Beschaffenheit erzeugt werden, um den Verbrennungsprozess des Stickstoffes ergiebiger zu machen.

Der erste Fortschritt war die Ermittelung der Tatsache, dass der chemische Wirkungsgrad sehr bedeutend gesteigert wird durch Anwendung von Stroemen aeusserst hoher Frequenz oder schneller Schwingung. Dies war eine wichtige Verbesserung, aber praktische Rueecksichten setzten dem Fortschritte in dieser Richtung bald bestimmte Grenzen. Zunaechst wurden die Effekte der Spannung der elektrischen Stromstoesse, ihre Wellenform und andere charakteristische Eigenschaften untersucht. Dann wurde der Einfluss des Druckes der Atmosphaere und das Vorhandensein von Wasser und anderen Koerpern studiert, und so wurden die besten Bedingungen zur Erzeugung der intensivsten chemischen Wirkung der Entladung und zur Erreichung des hoechsten Wirkungsgrades des Verfahrens allmaehlich festgestellt. Natuerlich kamen die Verbesserungen nicht schnell; aber dennoch, nach und nach machte ich Fortschritte. Die Flamme wurde groesser und groesser und ihre Oxydierungskraft staerker und staerker. Von einer unansehnlichen, einige Zoll langen Bueschelentladung entwickelte sie sich zu einem wunderbaren elektrischen Phaeno-

len, einer heulenden, den Stickstoff der Atmosphaere verschlingenden Flammenglut, sechzig oder siebenzig Fuss breit. So wurde langsam, fast unmerklich, die Moeglichkeit zur Wirklichkeit. Es ist [illegible] keineswegs Alles vollbracht, aber inwieform meine Bemuehungen belohnt worden sind wird man sich vorstellen koennen, wenn man Fig. 1 betrachtet, die zusammen mit ihrem Titel sich selbst erklaert. Die darin sichtbare ~~[illegible]~~ flammenartige Entladung wird erzeugt durch intensive elektrische Oscillationen, welche durch die gezeigte Spule fliessen und die Luftmolekuele heftig erschuettern. Auf diese Weise wird zwischen den beiden, unter normalen Bedingungen gleichgueltigen Bestandteilen der Atmosphaere eine starke Affinitaet hervorgerufen, und sie verbinden sich bereitwillig, sogar wenn keine weitere Vorrichtung zur Verstaerkung der chemischen Wirkung der Entladung getroffen ist. Bei der Fabrikation von Stickstoffmischungen nach diesem Verfahren wird natuerlich jedes moegliche Mittel, welches auf die Intensitaet dieser Wirkung und die Wirtschaftlichkeit der Methode Bezug hat, ausgenutzt werden, und ausserdem werden besondere Vorrichtungen zur Fixierung der sich bildenden Mischungen getroffen werden, weil sie gewoehnlich unbestaendig sind und ~~[illegible]~~ der Stickstoff nach kurzer Zeit wieder traege wird. Dampf ist ein einfaches und wirksames Mittel zur dauernden Fixierung der Verbindungen. Das gezeigte Resultat macht es moeglich, unbeschraenkte Mengen des atmosphaerischen Stickstoffes zu oxydieren, nur durch Anwendung billiger mechanischer Kraft und

und einfachen, aber kräftigen Apparat. Auf diese Weise können überall in der Welt vielerlei solche Vorrichtungen zu niedrigen Preisen und in beliebiger Quantität hergestellt werden, und vermittelst dieser Maschinen kann der Erdboden gedüngt und seine Ertragfähigkeit ohne Ende gesteigert werden. So kann ein Ueberfluß an billiger und gesunder Nahrung, nicht kunstlicher, sondern natürlicher, an welche wir gewohnt sind, verschafft werden. Diese neue und unerschöpfliche Nahrungsquelle wird der Menschheit zu unberechenbarem Vorteile gereichen, denn sie wird ungeheuer zur Vergrösserung der menschlichen Masse beitragen und so die menschliche Energie unermesslich vermehren. Bald, hoffe ich, wird die Welt den Anbau einer Industrie sehen, die mit der Zeit, glaube ich, an Wichtigkeit der Eisenindustrie am nächsten stehen wird.

Das zweite Problem: [illegible] Frage, welche die [illegible] Passe verborgen, verändert werden - die Kraft der [illegible].

[illegible] wurde gesagt, wird die Kraft, welche die Vorbereitungen verborgen, teils ist durch Erfahrung erzeugt, und [illegible] ist sie negativ. Um diese Unterscheidung klar zu machen, seien beispielsweise Unwissenheit, Dummheit und Geistesschwäche als einige der nur Bildung erzeugenden Kräfte oder Widerstände genannt, die jeglichen Bildungstrieben entbehren. Andererseits sind Pharisäerei, Wahnsinn, Selbsttäuschungstrieb, religiöser Fanatismus und dergleichen alle Kräfte entgegen Vorbereitungen, die in bestimmten Richtungen wirken. Zur Verhinderung oder gewaltsamen Ueberwindung dieser mannigfaltigen Vorbereitungskräfte müssen gewöhnlich verschiedenerlei oder abgewandt werden. Man weiss z. B. was ein Mensch zu tun gedenkt und kann seine Vorbereitungsmassregeln treffen, ihn aufklären, überzeugen und möglicherweise lenken, sein Laster in Tugend verwandeln; ob er aber weiss nicht und kann niemals wissen, was ein brutaler oder geisteskranker Mensch tun wird, und kann also ihn behandeln wie eine leblose, von der tollen Phantasie losgelassene Masse ohne Vorhand. Eine negative Kraft bedeutet immer eine bestimmte, und nicht [illegible] ohne Höhe, wer auch Fluch ausspreche Kraft, die sich zum Guten kehren lässt; aber eine Bildungsmacht ohne Richtung bedeutet unvermeidli-

[illegible] Antwort auf die obige Frage ist also: [illegible] Nur durch [illegible] Dann gelingt und dann [illegible] werden.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass von allen Hemmungsursachen [illegible] die Unwissenheit am meisten verdammt. Nicht ohne Grund sagte jener Lehrer der Weisheit, Buddha: "Unwissenheit ist das grösste Uebel der Welt." Die Armut, die durch Unwissenheit verursacht [illegible] und durch die zahlreichen Sprachen und Nationalitäten noch erhöht wird, kann nur durch Verbreitung von Kenntnis und durch Vereinigung der verschiedenartigen Menschenelemente vermindert werden. Aber wie sehr auch in vergangenen Zeiten Unwissenheit die Vorwärtsbewegung des Menschen gehindert haben mag, es steht fest, dass heutzutage die negativen Kräfte grössere Wichtigkeit angenommen haben. Und unter diesen ist wiederum eine von weit grösserer Bedeutung als irgend eine andere. Sie heisst organisierte Kriegführung. Wenn man bedenkt, wie viele Millionen von Individuen, hauptsächlich die tüchtigsten an Körper und Geist, die Blüte der Menschheit, zu einem Leben der Untätigkeit und Unproduktivität gezwungen sind, welch ungeheure, so viel menschliche Energie darstellende Summen Geldes täglich zur Unterhaltung der Armeen und Kriegführungseinrichtungen erforderlich sind, wie viel vergebene Arbeit zur Herstellung von Waffen und Kriegsmaterialien aufgewandt wird, wie viele Leben verloren gehen und welch barbarische Begierden

dadurch [illegible] werden, ist man erbost ueber den unersetzlichen Verlust, welchen die Menschheit durch das Bestehen dieses barbarischen Zustandes erleiden muss. Was koennen wir tun, um diesen grossen Uebel zu bekaempfen?

Zur Aufrechterhaltung von Gesetz und Ordnung sind unbedingt organisierte Truppen notwendig. Keine Gemeinschaft kann ohne strenge Disziplin bestehen und gedeihen. Jedes Land muss imstande sein sich zu verteidigen, sollte es Kriegsgefahr erstehen. Die Zustaende von heute sind nicht das Resultat von gestern, und eine wesentliche Aenderung kann nicht plötzlich eingefuehrt werden. Wenn die Voelker sich auf einmal entwaffneten, wuerde dies wahrscheinlich schlimmere Zustaende als Krieg zur Folge haben. Der allgemeine Frieden ist ein schoener Traum, der sich aber nicht auf einmal verwirklichen laesst. Wir haben vor kurzer Zeit gesehen, dass sogar die edlen Bemuehungen eines mit der hoechsten irdischen Macht bekleideten Mannes tatsaechlich ohne Erfolg geblieben sind. Und kein Wunder, denn die Stiftung allgemeinen Friedens ist fuer den Augenblick eine physische Unmoeglichkeit. Der Krieg ist eine negative Kraft und kann nicht in eine positive Richtung gelenkt werden ohne die Zwischenphasen durchzumachen. Das Problem ist dasselbe, als wolle man ein sich drehendes Rad in die entgegengesetzte Richtung wenden, ohne es langsam gehen zu lassen, aufzuhalten und nach der anderen Richtung wieder in Gang zu setzen.

Ich mag nicht glauben, dass die [illegible] Erfindung von Schiess- [illegible] einen solchen Einfluss [illegible] ein Ende machen [illegible]. Ich bin [illegible] selber, aber jetzt halte [illegible] einen Revolutionär [illegible]. Solche Entwicklungen werden in der Kriegführung grosse Veränderungen hervorrufen, aber nicht ihr Ende herbeiführen. Im Gegenteil, ich glaube, dass jede neue Waffe, die erfunden wird, jede Neuerung auf diesem Gebiete nur neues Talent und Geschicklichkeit anlockt, neue Kräfte in Bewegung setzt, eine neue Triebfeder ist, und so nur aufs neue zu weiterer Entwicklung anspornt. Man denke nur an die Erfindung des Pulvers. Könnte man sich eine grundlichere Aenderung vorstellen, als durch diese Neuerung hervorgerufen wurde? Stellen wir uns vor, wir lebten zu jener Zeit: würden wir dann nicht geglaubt haben, dass dem Kriege ein Ende gemacht wäre, als der Rauch des Pulvers ein Gegenstand der Geschicklichkeit wurde, als körperliche Kraft und Geschicklichkeit, die vordem von so grosser Bedeutung waren, einen verhältnismässig geringen Wert annahmen? Dennoch machte das Pulver dem Krieg kein Ende; ganz das Gegenteil! es wirkte als ein mächtiges Reizmittel. Auch glaube ich nicht, dass der Krieg je durch eine wissenschaftliche oder ideale Entwicklung aufgehalten werden wird, so dass also ähnliche Zustände bestehen, wie jetzt vorherrschen, weil der Krieg selbst zu einer Wissenschaft geworden ist, und weil Krieg — und [illegible] der heiligsten Gefühle, deren der Mensch fähig ist, [illegible]. Es ist in der Tat

[illegible] für ein hohes Prinzip stritten [illegible], [illegible] sind [illegible]. Es sind weder der Geist [illegible], die [illegible] Geist und Moor- [illegible]. Ihnen [illegible] Mauern sind unerbittlich, wie Kraft und [illegible]. Wenn sie sich [illegible], ist der Mensch nicht mehr.

Eine andere, häufig aufgestellte Behauptung welche bedeutendes versucht hat, ist die, dass Krieg bald immer sich werden muss, weil die Verteidigungsmittel die Angriffsmittel ueberfluegeln. Dies ist nur in Uebereinstimmung mit dem fundamentalen Gesetz, welches sich ausdruecken laesst mit den Worten, dass es leichter ist zu zerstoeren als zu bauen. Dieses Gesetz umschreibt die menschlichen Fachigkeiten und menschlichen Zustaende. Waeren diese derart, dass es leichter waere zu bauen, als zu zerstoeren, dann waeren der Mensch ungehindert weiter schaffen und Guter anhaufen ohne Ende. Solche Zustaende sind nicht von dieser Welt. Ein Wesen, welches das tun koennte, waere kein Mensch; es koennte ein Gott sein. Die Verteidigung wird immer ueber den Angriff den Vorteil haben, aber dies allein, scheint mir, kann dem Kriege nicht Einhalt gebieten. Durch Anwendung neuer Verteidigungsprinzipien koennen Waffen unueberwindlich gemacht werden, aber nun kann durch solche Mittel nicht verhindern, dass zwei Kriegsschiffe auf hoher See mit einander kaempfen. Und verfolgt man diese Idee weiter bis zu ihrer endlichen Entwickelung, so kommt man zu dem Schlusse, dass es besser fuer die Menschheit waere, wenn Angriff und Verteidigung in gleichem Gegensatzen Verhaeltnisse

[illegible] stürzen; [illegible] jeder, sobald das kleinste Land sich [illegible] Volksheeren [illegible] und der nächsten [illegible] Krieg führen konnte, würden sich alsbald Zustände ergeben, die denen des Urschlamms der Menschheit hoechst unerquicklich waeren. Durch Beseitigung aller Schranken, welche Voelker und Laender von einander trennen, wird die Civilisation am meisten gefoerdert.

Andere, wiederum, behaupten, dass die Ankunft der Flugmaschine allgemeinen Frieden mit sich bringen muss. Auch dies halte ich fuer eine ganz irrthuemliche Ansicht. Die Flugmaschine wird sicherlich kommen, und zwar sehr bald, aber die Zustaende werden bleiben wie vorher. Ich sehe in der Tat keinen Grund, warum eine Grossmacht, wie Grossbritannien, nicht eben so gut die Luft beherrschen koennte, wie das Meer. Ohne mich als Prophet hinstellen zu wollen, kann ich ohne Hoegern sagen, dass die naechsten Jahre das Entstehen einer "Luftmacht" sehen werden, und ihr Hilfsmittel duerfte nicht weit von New York entfernt sein. Aber trotz alledem werden die Menschen lustig weiter streiten.

Die ideale Entwickelung des Kriegsprinzips wuerde schliesslich dahin fuehren, dass die gesamte Kriegsenergie in rein potentielle, explosive Energie, wie die eines Kondensators, verwandelt wuerde. In dieser Form koennte die Kriegsenergie ohne Kraftaufwand erhalten werden; sie koennte viel geringer sein, und waere zur selben Zeit doch von unvergleichlich viel groesserer Wirksamkeit.

Es ist indessen nicht zu bezweifeln, dass, wo die Sicherheit [illegible] gegen feindlichen Überfall betrifft, diese nur von [illegible] Verhältnismässigen, und nicht von der blossen Anzahl der Individuen oder Grösse der Fläche abhängt, und dass, wenn jedes [illegible] seine Kriegs- und in gleichem Verhältnisse reduzieren würde, die Sicherheit unverändert bliebe. Weil nun aber in Ansehung der gegenwärtig noch unvollkommenen Erziehung der Massen eine Kriegsmacht durchaus unentbehrlich ist, scheint es, dass ein internationaler Vertrag, die Reduzierung der Macht auf ein Minimum bezweckend, der erste rationelle Schritt ist, der zur Vermeidung der die [illegible] Bewegung verzögernden Kraft gemacht werden sollte.

Gluecklicherweise kommen die bestehenden Zustände nicht unerwartet überraschen, denn die neue Planung fangen an, sich geltend zu machen. Die Verbesserung ist vorauszusehen, und ich werde jetzt versuchen zu zeigen, was nach meiner Ansicht der erste Schritt vorwärts zur Stiftung friedlicher Verhältnisse unter den Nationen sein wird, und durch welche Mittel sie eventuell vollbracht werden wird.

Gehen wir zurück zu den frühesten Zeiten, als das Gesetz den Starken das einzige Gesetz war. Das Recht der Vernunft war noch nicht entwickelt, und der Schwache war gänzlich in der Gewalt des Starken. Dann fing der Schwache an zu lernen, sich zu verteidigen. Er bildete [illegible] Keule, [illegible] Bogen, [illegible] Schlinge oder Speer und mit der Zeit wurde die Vernunft zur Hauptent-

schrittweise Fortschritte. Der Krieg änderte sich allmählich, aber der Mensch, sein Gefährte, und so sind wir [illegible], von einer Tatsache beherrscht, von der beruhigenden Gewissheit, dass wir bei dem angelangt, was wir die "zivilisierte Kriegführung" der Gegenwart nennen, wo sich die Nachbarn die Hand reichen, freundlich mit einander plaudern und in den Zwischenpausen gar eine Zigarre zusammen rauchen, bereit, auf ein Zeichen den tödtlichen Kampf wieder aufzunehmen. Die Possibilisten mögen sagen was sie wollen, darin ist ein absoluter Beweis gegeben und erfreulicher Fortschritt.

Was ist aber nun die nächste Phase in dieser Entwickelung? Präcise noch nicht, auf keinen Fall. Die nächste Aenderung, die aus dem modernen Entwickelungen hervorgehen sollte, sollte eine bestimmte Verminderung der Anzahl der in der Schlacht teilnehmenden Individuen sein. Die Armeen werden von spezifisch grösserer Stärke sein, aber es wird eine kleinere Anzahl zu ihrer Bedienung hinreichen. Diese Entwickelung wird eine Maschine oder einen Mechanismus als Element der Kriegführung mehr und mehr in den Vordergrund bringen, und die absolut unvermeidliche Folge davon wird sein, dass die grossen, schwerfälligen, langsam beweglichen, schwer zu lenkenden Einheiten aufgegeben werden. Grösstmöglichste Geschwindigkeit und sicherste Truppenlieferung werden bei den Kriegen [illegible] sein. Der Verkehr [illegible] werden, und endlich, ~~dass~~

[illegible] [illegible] [illegible] [

sie ein Teil eines menschlichen Lebens waren - nicht eine bloße [illegible] Vermehrung, bestehend aus Leben, Erfahren, Handeln, Erdulden und Sterben weiter, sondern sie bestehen, in welcher ein bestimmter Zweck verborgen ist, welches sie befähigen wird, ihre Pflichten zu erfüllen als habe sie Vernunft, Erfahrung, Verstand, Urteilskraft, ja einen Geist! Diese Schlussfolgerung ist das Ergebnis meiner Gedanken und Beobachtungen, die sich tatsächlich durch mein ganzes Leben erstreckt haben, und ich werde nun kurz beschreiben, wie ich dazu kam das zu vollbringen, was anfangs ein Traum zu sein schien, der nicht zur Wirklichkeit werden konnte.

Vor langer Zeit, als ich ein Knabe war, war ich mit einem seltsamen Leiden behaftet, welches von einer ausserordentlichen Reizbarkeit der Netzhaut hervorgerufen zu haben scheint. Dies war das Erscheinen von Bildern, welche durch ihre Beharrlichkeit das Sehen wirklicher Gegenstände erschwerten und klares Denken verhinderten. Wenn ein Wort zu mir gesprochen wurde, pflegte das Bild des Gegenstandes, welchen es bezeichnete, deutlich vor meinen Augen zu erscheinen, und oft war es mir unmöglich zu sagen, ob der Gegenstand, den ich sah, wirklich war oder nicht. Dies verursachte mir viel Unannehmlichkeit und Angst, und ich gab mir grosse Mühe, diesen Zauber abzuschütteln. Aber eine lange Zeit waren meine Versuche vergebens, und erst als ich zuerst Franz sah, wie ich mich noch deutlich erinnere, [illegible] mir zum ersten Male, durch

Willensakt ein Bild, welches mir erscheinen, zu verbannen. Ich werde mich nie so vollkommen [illegible] fühlen, als damals, aber mit meinem Leidwesen,(als welches ich es zu jener Zeit empfand) kehrte das alte Leiden zurück, und mit ihm meine Besorgnis. Hier nahmen die Beobachtungen, auf die ich Bezug habe, ihren Anfang. Ich machte nämlich die Wahrnehmung, dass jedes mal, wenn das Bild eines Gegenstandes vor meinen Augen erschien, ich etwas gesehen hatte, was mich an denselben erinnerte. Zuerst glaubte ich, dies sei nur Zufall, aber bald ueberzeugte ich mich, dass dies nicht der Fall war. Ein Eindruck auf das Auge, ob wissentlich oder unwissentlich empfangen, ging ohne Ausnahme dem Erscheinen des Bildes vorher. Allmählich entstand in mir das Verlangen, jedes mal ausfindig zu machen, was das Erscheinen der Bilder verursachte, und die Befriedigung dieses Verlangens wurde bald zur Notwendigkeit. Die naechste Beobachtung, welche ich machte, war, dass auf dieselbe Weise wie diese Bilder verursacht wurden durch etwas, das ich gesehen hatte, auch den Gedanken, die sich in mir bildeten, ihr Ursprung gegeben wurde. Wiederum verspuerte ich das Verlangen das Bild zu bestimmen, welches den Gedanken Anlass gab, und dieses Suchen nach dem urspruenglichen Gesichtseindruck wurde bei mir zur zweiten Gewohnheit. Mein Geist wurde so zu sagen erforderlich, und nach Jahre langer, fast unbewusster Uebung vermochte ich jedes mal, und in der Regel augenblicklich, den Gesichtseindruck zu bestimmen, der einen Gedanken angeregt hatte. Das ist jedoch nicht alles. Es dauerte nicht

[illegible] ich mir bewusst war, dass auch alle meine Bewegungen in [illegible] verursacht wurden, und dass ich so jahraus jahrein [illegible], beobachtete und bestätigte, bewies ich zu meiner vollkommenen Genugtuung, und bewies täglich durch jeden meiner Gedanken und jede meiner Handlungen, dass ich ein mit Bewegungskraft ausgestatteter Automat bin, der auf äussere, die Sinnesorgane treffende Anregungen anspricht, und denkt und handelt und sich dementsprechend bewegt. Ich erinnere aus meinem ganzen Leben nur einen oder zwei Fälle, in denen ich nicht den ursprünglichen Eindruck, der einen Gedanken oder eine Bewegung, oder sogar einen Traum veranlasste, nicht bestimmen konnte.

Angesichts dieser Erfahrungen war es ganz natürlich, dass ich schon vor langer Zeit auf den Gedanken kam, einen Automaten zu konstruieren, der mich mechanisch darstellen würde und der wie ich, aber selbstverständlich auf viel primitivere Weise, auf Einflüsse von Aussen her ansprechen würde. Solch ein Automat müsste offenbar Triebkraft, Fortbewegungsorgane, Lenkorgane und ein oder mehrere empfindliche Organe besitzen, die so beschaffen wären, dass sie durch äusserliche Stimuli erregt werden könnten. Diese Maschine, folgerte ich, würde sich bewegen nach Art eines lebenden mechanischen Wesens, da sie würde alle hauptsächlichsten Eigenschaften und Elemente desselben besitzen. Es fehlte jedoch noch das Wachstum und das Fortpflanzungsvermögen, und vor allem der Geist, das Modell

[illegible] Aber der Mensch war in diesem Falle nicht [illegible], weil so [illegible] Fabrikat verden konnte. Wo das Vorgeführte [illegible], so konnte es [illegible] Aehnliches erregen, denn bei dem mechanischen Modelle [illegible] dies nur ein Imitationsverfahren. Ob der Automat aus Fleisch und Knochen, oder Holz und Stahl bestand, war von geringer Bedeutung, vorausgesetzt dass er alle von ihm verlangten Dienste verrichten konnte wie ein intelligentes Wesen. Um dies zu tun, musste er ein dem Instinkte entsprechendes Element besitzen, das die Beherrschung aller seiner Bewegungen und Handlungen bewirken und ihn veranlassen würde, in irgend einem vorhergesehenen Falle mit Kenntnis, Vernunft, Urteilskraft und Erfahrung zu handeln. Aber dieses Element konnte ich leicht in ihm verkörpern, indem ich auf ihn meine eigene Intelligenz, meinen eigenen Verstand übertrug. So wurde diese Erfindung entwickelt, und so wurde eine neue Kunst ins Leben gerufen, fuer welche der Name "Telautomatik" vorgeschlagen worden ist, das bedeutet, die Kunst die Bewegungen und Handlungen entfernter Automaten zu beherrschen.

Dieses Prinzip laesst sich offenbar anwenden auf irgend eine Maschine, die sich auf der Erde, im Wasser oder in der Luft bewegt. Bei seiner ersten praktischen Anwendung wählte ich ein Boot (s. Fig. 3). Nun in diesem befand sich eine Sammelbatterie [illegible] die Erfindung". Die durch einen Motor angetriebene

Schraube stellte die Verbindung her. Das Steuerruder, [illegible] von einem von der Gesellschaft gespeisten Motor [illegible], nahm die Stelle der Bedienung ein. Was das empfindliche Organ anbetrifft, war augenscheinlich der naheliegende Gedanke, eine gegen Licht empfindliche Vorrichtung, wie eine Selenzelle, zu benutzen, welche das menschliche Auge vertreten würde. Aber bei näherer Untersuchung fand ich, dass experimenteller und anderer Schwierigkeiten wegen durch Licht, Uebertragen, Hertz'sche Strahlungen, oder Strahlen im allgemeinen, das heisst, Störungen welche sich in gerader Linie im Raume fortpflanzen, keine vollständig befriedigende Kontrolle der Automaten hervorgebracht werden konnte. Einer der Gründe dafür war, dass irgend ein zwischen den Booten und den Automaten kommender Gegenstand diesen seiner Kontrolle entziehen würde. Ein weiterer Grund war, dass die empfindliche Vorrichtung, welche das Auge vorstellte, mit Bezug auf den Kontrollierapparat eine bestimmte Stellung einnehmen musste, und diese Notwendigkeit würde der Kontrolle grosse Hindernisse in den Weg stellen. Noch ein anderer und sehr wichtiger Grund war, dass bei der Aussendung von Strahlen es sehr schwierig, wenn nicht unmöglich sein würde, dem Automaten individuelle Eigenschaften oder Merkmale zu verleihen, die ihn von anderen Maschinen dieser Art unterscheidbar machen würden. Der Apparat sollte offenbar nur auf einen bestimmten Auftritt ansprechen, gleich wie ein Hund auf einen Namen anspricht. Schliesslich [illegible] war der Umstand, der mich zu dem Entschluss

[illegible] das [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible] [illegible] [illegible] [

[illegible] worauf
[illegible] mir natürlich zu viel Diskussion und [illegible] Anlass gab. Aber die wirkliche Bedeutung dieser neuen Kunst wurde von den meisten Leuten nicht begriffen, und auch die grosse Macht des Prinzips, auf dem sie beruhte, wurde nicht erkannt. Nach den zahlreichen, damals erschienenen Konstruktionen zu urteilen wurden die von mir entdeckten Feinheiten eher völlig unmöglich gehalten. Sogar die Wenigen, die [illegible] waren die Ausführbarkeit der Erfindung zugeben, sahen in derselben nur einen Automobil-Torpedo, der zum Sprengen von Brücken gebraucht werden sollte, und dies nur mit zweifelhaftem Erfolge. Die allgemeine Meinung war, dass ich nur das Steuern solcher Torpedos durch Wels Hertz'scher oder anderer Wellen beabsichtigte. Es [illegible] Torpedos, die elektrisch durch [illegible] gesteuert würden, und es [illegible] Mittel, sich ohne Draht zu verständigen, und diese Folgerung war deshalb natürlich. Hätte ich weiter nichts vollbracht als dies, so hätte ich in der Tat einen wichtigen Fortschritt gemacht. Aber die Kunst, die ich gefunden habe, bezweckt nicht nur die Richtungsänderung eines sich bewegenden Fahrzeuges, sie gewährt auch die Mittel, alle die unzähligen [illegible] Bewegungen, sowie alle Wendungen der inneren Organe eines [illegible] Automaten, und seien sie noch so zahlreich, absolut und in jeder Hinsicht zu kontrollieren.

Es wurden Anstrengungen gemacht in dem Sinne, dass die Kontrolle des [illegible] werden könnte, von Leuten, die sich nicht einmal bremsen lassen, welche [illegible] durch Anwendung elektrischer Schwingungen erzielt werden kann. Die Welt schreit [illegible] vermeide, und neue Wahrheiten sind schwer zu verstehen. Es ist gewiss, dass durch Anwendung dieses Prinzips eine Angriffs- sowohl als Verteidigungswaffe geschaffen werden kann, deren Zerstörungskraft um so grösser ist, weil das Prinzip auf unterseeische und auch auf Luftfahrzeuge anwendbar ist. Die Länge von Sprengstoff, die sie mit sich führen, und die Entfernung, auf welche sie treffen kann ist tatsächlich unbegrenzt, und ein Verfehlen des Ziels ist fast unmöglich. Aber die Macht dieses neuen Prinzips besteht nicht nur und nur in seiner Zerstörungsfähigkeit. Seine Anwendung bringt in die Kriegführung ein Element, welches nie vorher existierte - eine kämpfende Maschine ohne Bemannung als Angriffs- und Verteidigungsmittel. Letztendige Entwickelung in dieser Richtung muss endlich den Krieg zu einem blossen Kampf zwischen Maschinen machen, ohne Menschen und ohne Blutvergiessen - ein Zustand, der ohne diese Lösung unmöglich gewesen wäre, und der, nach meiner Meinung, als Einleitung zu dauerndem Frieden erst erreicht werden muss. Die Zukunft wird diese Ideen entweder bestätigen oder widerlegen. Ich habe meine Ansichten über diesen Gegenstand geäussert mit tiefer Ehrfurcht, aber mit einem Gefühl der Demut.

[illegible] durch das Licht der Wissemschaft vertrieben ist, wenn alle Nationen in eine einzige verschmolzen sind, und wenn Patriotismus und Religion Eins sind, wenn es nur eine Sprache, ein Land, ein Ziel giebt, dann wird der Traum zur Wirklichkeit geworden sein.

Das dritte Problem: Wie kann die Kraft, welche die menschliche Masse beschleunigt, gesteigert werden - Die Ausnutzung der Energie der Sonne.

Von den drei moeglichen Loesungen des Hauptproblems der Erhoehung menschlicher Energie ist diese bei weitem die wichtigste, die in Betracht gezogen werden muss, nicht nur wegen ihrer wesentlichen Bedeutung, sondern auch wegen ihrer innigen Verwandschaft mit den vielen Elementen und Bedingungen, welche die Bewegung der Menschheit bestimmen. Um systematisch zu verfahren, wuerde es noetig sein, bei allen jenen Betrachtungen zu verweilen, welche mir in meinen Bemuehungen zu einer Loesung zu gelangen von Anfang an und bei jedem Schritt als Leitfaden gedient und mich zu den Resultaten gefuehrt haben, die ich nun beschreiben werde. Als Einleitung zu dem Studium des Problems wuerde eine analytische Untersuchung der hauptsaechlichsten, die Vorwaertsbewegung der Menschheit bestimmenden Kraefte, wie ich sie gemacht habe, von Vorteil sein, besonders um eine Vorstellung zu gewaehren von jener hypothetischen "Geschwindigkeit", die, wie im Anfange erklaert, ein Mass menschlicher Energie ist; aber hier spezifisch darauf einzugehen, wie ich moechte, wuerde mich weit ueber die Grenzen dieses Gegenstandes hinaus fuehren. Es genuege deshalb, wenn ich sage, dass die Resultante aller dieser Kraefte immer in die Richtung der Vernunft faellt, die zu jeder Zeit die Richtung der menschlichen Bewegung bestimmt. Das heisst, alles wirtschaftlich angewandte, vernuenftige, nuetzliche oder prakti-

sche Streben muss in der Richtung stattfinden, in welcher sich die Masse bewegt. Der praktische, vernuenftige Mann, der Beobachter, der Geschaeftsmann, derjenige der nachdenkt, ueberlegt oder im Voraus bestimmt, wendet sorgfaeltig seine Kraefte so an, dass, wenn sie zur Wirkung gelangen, sie in die Richtung der Bewegung fallen und macht so seine Arbeit am ergiebigsten, und in dieser Kenntnis und Faehigkeit besteht das Geheimnis des Erfolgs. Jede neu entdeckte Tatsache, jede neue Erfahrung oder jedes neue Element, welches unserer Kenntnis hinzugefuegt wird und in den Bereich der Vernunft gehoert, beeinflusst dieselbe und ändert deshalb die Richtung der Bewegung, die jedoch immer in der Richtung der Resultante aller derjenigen Bestrebungen stattfinden muss, die wir zu der entsprechenden Zeit als vernuenftig, das heisst, selbst-erhaltend, nuetzlich, vorteilhaft oder praktisch bezeichnen. Diese Bestrebungen beziehen sich auf unser taegliches Leben, unsere ~~Kurzsichtigkeiten~~ Beduerfnisse und Bequemlichkeiten, unsere Arbeit und unser Geschäft, und diese sind es, die den Menschen vorwaerts treiben.

Aber wenn wir um uns her schauen auf all dieses geschaeftige Treiben der Welt, auf diese bunt zusammengesetzte Masse, wie sie taeglich pocht und sich bewegt, was ist sie anders, als ein ungeheures, von einer Feder betriebenes Uhrwerk? Des Morgens, wenn wir aufstehen, koennen wir nicht umhin zu bemerken, das alle Gegenstaende um uns her von Maschinen fabriziert sind: das Wasser, wel-

ches wir gebrauchen, wird durch Dampfkraft gehoben; die Zuege bringen unser Fruehstueck aus fernen Gegenden; die Fahrstuehle in unserer Wohnung und in unserm Bureaugebaeude, die Bahnwagen die uns dorthin befoerdern werden alle durch Kraft angetrieben; bei allen unsern taeglichen Gaengen, in unserm ganzen Lebensberuf sind wir auf sie angewiesen; alle Gegenstaende die wir sehen reden davon; und wenn wir des Abends in unsere von Maschinen angefertigte Wohnung zurueckkehren, damit wir es nicht vergessen, werden wir von allen koerperlichen Bequemlichkeiten unseres Heims, unserer freundlichen Lampe, unserm warmen Ofen daran erinnert, wie sehr wir von Kraft abhaengig sind. Und wenn durch einen Zufall eine Stockung der Maschinerie eintritt, wenn die Stadt eingeschneit ist oder die Leben-erhaltende Bewegung durch irgend eine andere Ursache unterbrochen wird, machen wir mit Schrecken die Wahrnehmung, wie unmoeglich es sein wuerde, eine Leben zu fuehren wie wir es fuehren ohne Triebkraft. Triebkraft bedeutet Arbeit. Die Kraft vermehren, welche die menschliche Masse beschleunigt, bedeutet deshalb soviel als mehr Arbeit leisten.

So finden wir, dass die drei moeglichen Loesungen des grossen Problems, die menschliche Energie zu erhoehen, beantwortet werden mit den drei Worten: Nahrung, Friede, Arbeit. Jahrelang habe ich nachgedacht und gesonnen, mich in Theorien und Spekulationen verloren bei der Anschauung, dass der Mensch eine von einer Kraft bewegte Masse sei, indem ich seine unerklaerliche Bewegung in

dem Lichte einer mechanischen betrachtete und die einfachen mechanischen Grundsaetze auf dieselbe anwandte, bis ich zu diesen Loesungen gelangte, nur um wahrzunehmen, dass sie mir in meiner fruehesten Kindheit gelehrt wurden. Diese drei Worte schlagen die Grundtoene der christlichen Religion an. Ihre wissenschaftliche Bedeutung und ihr Zweck sind mir nun klar: Nahrung zur Vermehrung der Masse, Friede zur Verminderung der Verzoegerungskraft, und Arbeit zur Steigerung der Kraft, welche die menschliche Bewegung beschleunigt. Diese drei Loesungen jenes grossen Problems sind die einzigen, die moeglich sind, und alle haben einen Zweck, ein Ziel, nämlich die Erhoehung menschlicher Energie. Wenn wir dies erkennen, koennen wir nicht umhin, uns darueber zu wundern, wie hochweise und wissensc-haftlich und wie ungeheuer praktisch die christliche Religion ist, und in welch scharfem Kontrast sie in dieser Beziehung anderen Religionen gegenueber steht. Sie ist unzweifelhaft das Resultat praktischen Experimentes und wissenschaftlicher Beobachtungen, die sich durch eine Ewigkeit erstreckt haben, waehrend andere Religionen das Ergebrein abstrakten Nachdenkens zu sein scheinen. Arbeit, unermuedliche Anstrengung, ~~ruetzlich und anhaeufend~~ nutzbringend und selbstvergessen, mit Zwischenpausen der Ruhe und Erholung zur Erzielung groesserer Wirksamkeit, ist ihr hauptsaechlichstes und immer wiederkehrendes Gebot. So werden wir vom Christentum sowol als von der Wissenschaft angespornt, unser Aeusserstes zu tun, um die Leistung der Menschheit zu vermehren. Dieses allerwichtigste menschlicher Probleme werde ich nun spezifisch behandeln.

Die Quelle der menschlichen Energie - Die drei Wege Energie von der Sonne zu gewinnen.

Stellen wir zuerst die Frage: Woher kömmt alle Triebkraft? Was ist die Triebfeder, die alles treibt? Wir sehen das Meer steigen und fallen, die Stroeme fliessen, den Wind, Regen, Hagel und Schnee gegen unsere Fenster schlagen, die Zuege und Dampfer kommen und gehen; wir hoeren das Gerassel der Wagen, die Stimmen auf der Strasse; wir fuehlen, riechen und schmecken; und wir denken nach ueber all dieses. Und alle diese Bewegung, von der Brandung des maechtigen Ozeans bis zu der ungemien feinen Bewegung, die bei unserm Denken stattfindet, hat einen gemeinsamen Ursprung. Alle diese Energie geht aus von einem einzigen Mittelpunkt, entfliesst einer einzigen Quelle - der Sonne. Die Sonne ist die Feder, die alles treibt. Die Sonne erhaelt alles menschliche Leben und liefert alle menschliche Energie. Nun haben wir noch eine Antwort auf die obige grosse Frage gefunden : die Kraft vermehren, welche die menschliche Bewegung beschleunigt bedeutet einen groesseren Teil der Energie der Sonne in den Dienst der Menschheit stellen. Wir ehren und wuerdigen jene grossen Maenner vergangener Zeiten, deren Namen mit unsterblichen Errungenschaften verkettet sind, die sich als Woltaeter der Menschheit bewiesen haben - den Reformator der Religion mit seinen weisen Lebensregeln, den Philosophen

mit seinen tiefen Wahrheiten, den Mathematiker mit seinen Formeln, den Physiker mit seinen Gesetzen, den Entdecker mit seinen Grundsaetzen und Geheimnissen, die er der Natur abgerungen hat, den Kuenstler mit seinen Formen des Schoenen; aber wer ehrt ihn, den groessten von allen, - wer kann seinen Namen nennen, - der zuerst die Energie der Sonne benutzt hat, um die Kraefte eines schwachen Brudergeschoepfes zu schonen? Das war des Menschen erste wissenschaftlich philantropische Handlung, und sie hat Folgen gehabt, die unberechenbar sind.

Von Anfang an standen dem Menschen drei Wege offen, Energie von der Sonne zu gewinnen. Wenn der Wilde seine frierenden Glieder waermte an einem Feuer, das er auf irgend eine Weise entzuendet hatte, bediente er sich der in dem brennenden Materiale aufgespeicherten Sonnenenergie. Wenn er ein Buendel Reisig in seine Hoehle trug und es dort verbrannte, benutzte er die aufgespeicherte Sonnenenergie nachdem er sie von einem Orte nach einem andern geschafft hatte. Wenn er auf seinem Kanoe ein Segel aufspannte, machte er Gebrauch von der Energie, mit welcher die Sonne die Atmosphaere und das umgebende Medium versorgt. Der erste ist unzweifelhaft der aelteste Weg. Ein zufaellig gefundenes Feuer lehrte den Wilden dessen woltuende Waerme zu schaetzen. Dann kam ihm sehr wahrscheinlich der Gedanke, die gluehenden Kohlen in seine Wohnung zu tragen. Und endlich lernte er die Kraft eines schnellen Wasser- oder Luftstromes benutzen. Es ist eigentuemlich, dass der moderne

Fortschritt sich in derselben Reihenfolge vollzogen hat. Die Verwendung der in Holz oder Kohle, oder in Brennmaterialen im allgemeinen, aufgespeicherten Energie fuehrte zu der Dampfmaschine. Zunaechst wurde in dem Transport von Energie ein grosser Schritt vorwaerts gemacht durch die Anwendung der Elektrizitaet, die es ermoeglichte, Energie von einem Orte nach einem andern zu uebertragen ohne das Material fortzuschaffen. Aber in Bezug auf die Ausnutzung der Energie des umgebenden Mediums ist ein gruendlicher Fortschritt noch nicht bekannt gemacht worden.

Die endlichen Resultate der Entwickelung in diesen drei Richtungen sind: erstens, ein Verfahren, Kohle in einem Elemente kalt zu verbrennen; zweitens, wirtschaftliche Ausnutzung der Energie des umgebenden Mediums; und drittens, Uebertragung elektrischer Energie auf irgend eine Entfernung ohne Drachte. Auf welche Weise diese Resultate auch immer erzielt werden, zu ihrer praktischen Verwendung wird der Gebrauch von Eisen in ausgedehntem Maasse unbedingt noetig sein, und dieses wertvolle Metall wird in der ferneren Entwickelung auf diesen drei Gebieten eine wesentliche Rolle spielen. Sollte es uns gelingen Kohle durch ein kaltes Verfahren zu verbrennen und so auf wirtschaftliche und billige Weise elektrische Energie zu erzeugen, so werden zu vielen praktischen Verwendungen dieser Energie Elektromotoren - d. h. Eisen - erforderlich sein. Wenn es uns gluecht, Energie aus dem umgebenden Medium zu gewinnen, werden wir sowol zur Erzeugung als auch zur Verwertung der Energie Maschinen

- wiederum Eisen - benoetigen. Wenn wir die Uebertragung elektrischer Energie ohne Draht auf industriellem Maassstabe zustande bringen, werden wir gezwungen sein, von elektrischen Generatoren - nochmals Eisen - ausgedehnten Gebrauch zu machen. Was wir auch immer tun moegen, in der nahen Zukunft wird das Eisen wahrscheinlich bei allen Errungenschaften das Hauptmittel sein, moeglicherweise in noch groesserem Maasse als in der Vergangenheit. Wie lange es die Oberhand behalten wird, ist schwer zu sagen, denn sogar schon jetzt erhebt sich in der Ferne das Aluminium als ein drohender Mitbewerber der Gegner. Aber fuer die Gegenwart ist es neben der Verschaffung neuer Energiequellen von der groessten Wichtigkeit, in der Herstellung und Verwendung des Eisens Verbesserungen zu machen. In diesen letzten Richtungen sind grosse Fortschritte moeglich, die, wenn ~~sie~~ bewerkstelligt ~~werden~~, die nuetzliche Arbeitsleistung der Menschheit ungeheuer steigern wuerden.

Das Eisen gewaehrt grosse Moeglichkeiten zur Vergroesserung menschlicher Leistung - Ungeheure Verluste bei der Herstellung des Eisens.

Eisen ist bei weitem der wichtigste Faktor des modernen Fortschrittes. Es traegt mehr bei zu der Kraft, welche die menschliche Bewegung beschleunigt, als irgend ein anderes Kulturprodukt. So allgemein wird dieses Metall gebraucht und so innig ist es verknuepft mit allem, was unser Leben anbetrifft, dass es uns so unentbehrlich ist, wie die Luft, die wir atmen. Sein Name ist gleichbedeutend mit Nuetzlichkeit. Aber wie gross auch der Einfluss sei, den das Eisen auf die gegenwaertige menschliche Entwickelung ausuebt, es vermehrt die Kraft, die den Menschen vorwaerts treibt, doch nicht annaehernd in dem Maasse, als dies moeglich waere. Erstens ist seine Fabrikation, wie jetzt betrieben, mit entsetzlicher Verschwendung von Brennmaterial - das heisst Energieverschwendung - verbunden. Dann wiederum wird nur ein Teil des gesamten erzeugten Eisens zu nuetzlichen Zwecken verwendet. Ein bedeutender Teil verursacht Reibungswiderstaende, waehrend ein zweiter grosser Teil das Mittel zur Entwickelung negativer Kraefte ist, welche die menschliche Bewegung sehr verzoegern. So wird die negative Kriegskraft fast gaenzlich durch Eisen verkörpert. Es ist unmoeglich, die Groesse dieser wichtigsten aller Verzoegerungskraefte auch nur annaehernd abzuschaetzen, aber sie ist gewiss sehr betraechtlich. Wenn die

jetzige positive, auf allen nuetzlichen Anwendungen des Eisens beruhende Triebkraft beispielsweise durch die Zahl zehn dargestellt ist, wuerde ich es nicht fuer uebertrieben halten, die negative Kriegskraft mit Ruecksicht auf alle ihre verzoegernden Einfluesse und Resultate auf etwa sechs festzustellen. Auf Grund dieser Schaetzung waere der Unterschied zwischen diesen beiden Zahlen, naemlich vier, das Maass der effektiven Triebkraft des Eisens nach der positiven Richtung. Wenn aber durch die Stiftung allgemeinen Friedens die Fabrikation von Kriegsmaschinen aufhoerte ~~wuerde~~, und der Kampf um die Oberherrschaft zwischen den Voelkern in gesunde, nie ruhende und nutzbringende Handelskonkurrenz verwandelt wuerde, dann wuerde die Summe dieser beiden Zahlen, naemlich sechzehn, das Maass der vom Eisen herruehrenden positiven Triebkraft sein. - das heisst, diese Kraft wuerde vier mal ihren jetzigen Wert haben. Dieses Beispiel ist natuerlich nur dazu bestimmt eine Idee zu geben von der ungeheuren Steigerung der nuetzlichen Arbeitsleistung der Menschheit, die durch eine gruendliche Reform derjenigen Eisenindustrien, welche die Kriegsapparate liefern, verursacht werden wuerde.

Ein aehnlicher unschaetzbarer Vorteil wuerde dem Menschen dadurch erwachsen, dass er die ihm zur Verfuegung stehende Energie spart, indem er die grosse Kohlenverschwendung beseitigt, die mit den jetzigen Methoden der Eisenfabrikation untrennbar verbunden ist. In einigen Laendern, wie in Grossbritannien, fangen die

schaedlichen Wirkungen dieser Brennmaterial-Vergeudung schon an, sich fuehlbar zu machen. Der Preis der Kohle ist in bestaendigem Steigen begriffen, und die Armen muessen mehr und mehr leiden. Wenn wir auch noch weit von der befuerchteten "Erschoepfung der Kohlengruben", entfernt sind, gebietet uns doch die Menschenliebe, neue Verfahren zur Herstellung des Eisens zu erfinden, welche nicht mit einer so barbarischen Verschwendung dieses kostbaren Materials, aus dem wir gegenwaertig ~~die meiste~~ den groessten Teil unserer Energie schoepfen, verbunden sind. Es ist unsere Pflicht gegen die zukuenftigen Menschengeschlechter, diesen Energievorrat fuer sie unberuehrt zu hinterlassen, oder doch wenigstens ihn nicht anzugreifen, bis wir Methoden zu oekonomischerer Verbrennung der Kohle vervollkommnet haben. Unsere Nachkommen werden das Brennmaterial ~~grosser noetig haben~~ notwendiger brauchen als wir. Wir sollten imstande sein, das Eisen, welches wir gebrauchen herzustellen, indem wir die Energie der Sonne benutzen, ohne ueberhaupt Kohle zu vergeuden. Um dieses Ziel zu erreichen, ist natuerlich Vielen der Gedanke gekommen, von Wasserfaellen erzeugte elektrische Stroeme zum Schmelzen der Eisenerze zu benutzen. Ich selbst habe nicht lange Zeit bemueht, ein praktisches Verfahren zu entwickeln, welches es moeglich machen wuerde, Eisen mit geringen Kosten herzustellen. Nach einer laengeren Untersuchung dieses Gegenstandes, wobei ich fand, dass es sich nicht lohnte, elektrische Stroeme unmittelbar zum Schmelzen der Erze zu verwenden, ersann ich eine Methode, die viel oekonomischer ist.

Oekonomische Eisen-Erzeugung nach einem neuen Verfahren.

Der praktische Plan, den ich vor sechs Jahren ausarbeitete, hatte den Zweck, durch die Energie eines Wasserfalles erzeugte elektrische Stroeme zu benutzen, diese jedoch nicht unmittelbar zum Schmelzen des Erzes zu verwenden, sondern vorlaeufig Wasser durch sie zu zers tzen. Um die Anlagekosten zu verringern, beabsichtigte ich, die Stroeme durch ausserordentlich billige und einfache Dynamomaschinen, die ich zu diesem besonderen Zwecke entwarf, zu erzeugen. Der durch die elektrolytische Zersetzung befreite Wasserstoff sollte verbrannt, oder mit Sauerstoff wiederverbunden werden, jedoch nicht mit dem, von welchem er sich getrennt hatte, sondern mit dem der Atmosphaere. So wuerde fast die gesamte, in der Zersetzung des Wassers aufgebrauchte elektrische Energie in der Form von Waerme, verursacht durch die Wiederverbindung des Wasserstoffes, zurueckgewonnen werden. Diese Waerme sollte zum Schmelzen des Erzes verwendet werden. Den bei der Zersetzung des Wassers als Nebenprodukt gewonnenen Sauerstoff beabsichtigte ich fuer gewisse andere industrielle Zwecke zu verwerten, die wahrscheinlich guten Gewinn bringen wuerden, weil dies der billigste Weg ist, dieses Gas in grossen Mengen her-zustellen. Jedenfalls koennte es gebraucht werden zur Verbrennung aller moeglichen Abfaelle, billiger Kohlenwasserstoffe oder Kohle der schlechtesten Qualitaet,

die nicht in Luft verbrannt und auch sonst nicht gebraucht werden zum Schmelzen des Erzes koennen, und so wuerde wiederum eine bedeutende Waermemenge zur Verfuegung gestellt werden. Um die Oekonomie des Verfahrens noch weiter zu erhoehen, beabsichtigte ich eine Einrichtung zu gebrauchen, durch welche das aus dem Ofen kommende heisse Metall und die Brennabfaelle ihre Waerme an das in den Ofen gehende kalte Erz abgeben wuerden, so dass bei dem Schmelzen verhaeltnismaessig wenig Waermeenergie verloren ging. Ich rechnete aus, dass nach dieser Methode in einem Jahre wahrscheinlich vierzig tausend Pfund Eisen per Pferdekraft erzeugt werden koennten. Hierbei wurden diejenigen Verluste, die unvermeidlich sind, im weitgehendsten Masse beruecksichtigt, denn die obige Quantitaet ist nur etwa die Haelfte der theoretisch erreichbaren. Gestuetzt auf diese Schaetzung und auf praktische Daten bezueglich einer gewissen Art von Eisenerz, welches in der Gegend der Grossen Seen in grosser Fuelle vorhanden ist, fand ich, dass einschliesslich der Transport- und Arbeitskosten Eisen auf diese Weise billiger erzeugt werden koennte, als nach irgend einer der jetzt gebraeuchlichen Methoden. Dieses Resultat wuerde um so sicherer erreicht werden, wenn der aus dem Wasser erhaltene Sauerstoff, anstatt zum Schmelzen des Erzes verbraucht zu werden, wie angenommen, vorteilhaftere Verwendung finden wuerde. Jeder neue Bedarf nach diesem Gase wuerde der Anlage ein grosseres Einkommen sichern und so das Eisen billiger machen. Dieser Plan wurde einzig im Interesse der Industrie vorgebracht. Eines Tages,

hoffe ich, wird sich aus der staubigen, runzligen Chrysalide ein schoener, industrieller Schmetterling entpuppen.

Die Herstelling von Eisen aus Sunderzen durch ein magnetisches Scheidungsverfahren ist prinzipiell hoechst empfehlenswert, weil sie keine Kohlenverschwendung bedingt; aber die Nuetzlichkeit dieser Methode wird durch die Notwendigkeit das Eisen nachher zu schmelzen in grossem Maasse vermindert. Was das Zermalmen der Eisenerze anbetrifft, so werde ich es nur fuer rationell halten, wenn es durch Wasserkraft oder auf irgend eine andere Weise bewerkstelligt wird mit Energie, die ohne Verzehrung von Brennmaterial gewonnen worden ist. Ein elektrolytisches, kaltes Verfahren, welches es moeglich machen werde, Eisen auf billige Weise auszuscheiden und ihm auch die gewuenschten Formen zu geben, waere nach meiner Ansicht ein sehr grosser Fortschritt in der Eisenfabrikation. In Gemeinschaft mit einigen anderen Metallen hat das Eisen bisher der elektrolytischen Behandlung Widerstand geleistet, aber es ist nicht zu bezweifeln, dass schliesslich ein kaltes Verfahren die Stelle der jetzigen unvollkommenen Giessmethoden einnehmen und so die ungeheure Verschwendung von Brennmaterial, ~~abgeschafft werden wird~~, die das wiederholte Heizen der Metalle in den Giessereien noetig macht, abgeschafft werden wird.

Bis vor einigen Jahrzehnten bestand die Nuetzlichkeit des Eisens fast gaenzlich in seinen ausserordentlichen mechanischen

Eigenschaften, aber seit der Ankunft der praktischen Dynamomaschine und des elektrischen Motors hat sich sein Wert fuer die Menschheit sehr erhoeht durch seine eigenartigen magnetischen Qualitaeten. Was diese anbetrifft, ist das Eisen in der letzten Zeit sehr verbessert worden. Der wirkliche Fortschritt begann vor etwa dreizehn Jahren, als ich entdeckte, dass durch die Anwendung weichen Bessemer-Stahls in einem Wechselstrom-Motoren anstatt des ueblichen Schmiede-Eisens die Leistungsfaehigkeit der Maschine verdoppelt wurde. Ich machte Herrn Albert Schmid, damals Director einer auf diesem Gebiete taetigen Gesellschaft, auf diese Tatsache aufmerksam, und seinen unermuedlichen Anstrengungen und seiner Geschicklichkeit ist die Ueberlegenheit der amerikanischen elektrischen Maschinen in grossem Maasse zu verdanken. Auf meine Anregung baute er Transformatoren aus Stahl, und bei diesen zeigte sich gleichfalls eine merkliche Verbesserung. Die Untersuchung wurde dann unter der Leitung des Herrn Schmid systematisch fortgesetzt, die Unreinlichkeiten wurden allmaehlich aus dem "Stahl" (Stahl nur dem Namen nach, aber in Wirklichkeit reines, weiches Eisen) entfernt, und es ergab sich bald ein Produkt, welches nicht viel mehr verbessert werden konnte.

Das kommende Zeitalter des Aluminiums - Der Untergang der Kupferindustrie - Das grosse Civilisierungsvermoegen des neuen Metalls.

Mit den in der letzten Zeit gemachten grossen Fortschritten in der Herstellung des Eisens sind wir tatsaechlich an der Grenze der Verbesserung angelangt. Wir koennen nicht hoffen, dass seine Zugfestigkeit, Elastizitaet, Haerte oder Dehnbarkeit erheblich verbessert werden wird, und auch steht nicht zu erwarten, dass es in Bezug auf magnetische Qualitaeten viel besser gemacht werden wird. Neuerdings wurde ein bemerkenswerter Gewinn dadurch erzielt, dass dem Eisen eine geringe Quantitaet Nickel beigefuegt wurde, aber nach dieser Richtung ist nicht viel Raum fuer weiteren Fortschritt. Neue Entdeckungen sind zu erwarten, aber sie koennen die wertvollen Eigenschaften des Metalls nicht erheblich erhoehen, wenn sie auch die Herstellungskosten bedeutend verringern moegen. Die naechste Zukunft ist dem Eisen gesichert wegen seiner Billigkeit und seiner unvergleichlichen mechanischen und magnetischen Eigenschaften. Diese sind derart, dass gegenwaertig kein anderes Produkt mit ihm konkurrieren kann. Aber es unterliegt keinem Zweifel, dass es in nicht sehr langer Zeit in vielen seiner Gebieten das Zepter einem anderen wird uebergehen muessen: das kommende Zeitalter wird das Zeitalter des Aluminiums sein. Es sind nur siebenzig Jahre verflossen, seitdem dieses wunderbare Metall von Woehler entdeckt wur-

de, und die kaum vierzig Jahre alte Aluminiumindustrie beansprucht schon die Aufmerksamkeit der ganzen Welt. Ein solch schnelles Wachstum hat die Kulturgeschichte bisher nicht verzeichnet. Vor nicht langer Zeit wurde das Aluminium zu dem ueberschwenglichen Preise von dreissig oder vierzig Dollars das Pfund verkauft; heute erhaelt man es in beliebigen Quantitaeten zu ebenso vielen Cents. Und was mehr ist, die Zeit ist nicht fern, wenn auch dieser Preis als ueberschwenglich betrachtet werden wird, denn es sind grosse Verbesserungen in seiner Herstellungsweise moeglich. Der groesste Teil des Metalls wird in dem elektrischen Ofen erzeugt nach einem Verfahren, in dem Schmelzen und Elektrolyse verbunden sind, welches wol eine Anzahl von Vorzuegen aufzuweisen hat, aber natuerlich eine grosse Verschwendung der Energie des elektrischen Stromes bedingt. Meine Berechnungen ergeben, dass der Preis des Aluminiums bedeutend vermindert werden koennte, wenn zu seiner Herstellung ein aehnliches Verfahren eingefuehrt wuerde, als ich zur Erzeugung des Eisens vorgeschlagen habe. Um ein Pfund Aluminium zu schmelzen, ist nur etwa siebenzig Prozent der Waerme erforderlich, die zum Schmelzen eines Pfund Eisens noetig ist, und da das Gewicht des Aluminiums nur etwa ein drittel des letzteren betraegt, könnte mit einer gegebenen Menge Waermeenergie eine vier mal so grosse Masse Aluminium als Eisen erzeugt werden. Aber die ideale Loesung ist ein kaltes, elektrolytisches Verfahren, und auf dieses habe ich meine Hoffnung gegruendet.

Die absolut unumgaengliche Folge des Fortschreitens der Aluminium-Industrie wird die Vernichtung der Kupferindustrie sein. Beide koennen nicht neben einander bestehen und gedeihen; der letzteren Schicksal ist hoffnungslos besiegelt. Sogar schon jetzt ist es billiger, einen elektrischen Strom durch Aluminiumdrachte zu uebertragen als durch Kupferdrachte; Aluminiumgusswaren kosten weniger, und bei vielen hauslichen und anderen Anwendungen kann das Kupfer nicht mit Erfolg konkurrieren. Eine weitere erhebliche Verminderung im Preise des Aluminiums kann nicht umhin, fuer das Kupfer verhaengnisvoll zu sein. Aber der Fortschritt des ersteren wird nicht ungehindert vor sich gehen, denn, wie es immer in solchen Faellen geschieht, die groessere Industrie wird die kleinere absorbieren: die riesigen Kupferinteressen werden die zwerghaften Aluminiuminteressen beherrschen, und das langsam schreitende Kupfer wird den lebhaften Gang des Aluminiums verzoegern. Aber dadurch wird die bevorstehende Katastrophe nur aufgeschoben, nicht aufgehoben sein.

Das Aluminium wird jedoch nicht mit der Ueberwindung des Kupfers einhalten. Ehe viele Jahre verflossen sind, wird es mit dem Eisen in grimmigem Kampfe verwickelt sein, und in ihm wird es einen nicht leicht zu besiegenden Gegner finden. Der Ausgang des Kampfes wird in grossem Maasse davon abhaengen, ob das Eisen in elektrischen Maschinen unentbehrlich sein wird. Nur die Zukunft kann dies entscheiden. Der Magnetismus, wie er sich im Eisen of-

fehlt, ist eine vereinzelt dastehende Naturerscheinung. Weshalb dieses Metall sich in dieser Beziehung so gruendlich verschieden von allen andern Materialen benimmt ist noch nicht festgestellt, obschon viele Theorien vorgebracht worden sind. Was den Magnetismus anbetrifft, verhalten sich die Molekuele der verschiedenen Koerper wie hohle, mit einer schweren Fluessigkeit teilweise gefuellte Balken, die in der Mitte nach Art einer Schaukel balanciert sind. Offenbar besteht in der Natur ein stoerender Einfluss, der bewirkt, das jedes Molekuel, genau wie ein solcher Balken, nach der einen oder andern Seite kippt. Neigen sich die Molekuele nach der einen Seite, so ist der Koerper magnetisch; neigen sie sich nach der andern Seite, dann ist der Koerper nicht magnetisch; aber beide Lagen sind stabil, wie auch bei den hohlen Balken der Fall sein wuerde, weil die Fluessigkeit nach dem niedrigeren Ende stuerzen wuerde. Das Wunderbare ist nun, dass die Molekuele aller uns bekannten Koerper nach einer Seite, und nur die des Eisens nach der andern Seite gingen. Es scheint, als habe dieses Metall einen ganz andern Ursprung als das das Uebrige der Erdkugel. Es ist hoechst unwahrscheinlich, dass wir irgend ein anderes, billigeres Metall entdecken werden, welches den magnetischen Eigenschaften des Eisens gleichkommen oder sie uebertreffen wird.

Wenn nicht eine gruendliche Aenderung in dem Charakter der jetzt gebraeuchlichen elektrischen Stroeme eintritt, dann wird

das Eisen unentbehrlich bleiben. Und doch sind die Vorzuege, die es bietet, nur scheinbare. So lange als wir schwache magnetische Kraefte anwenden, ist es allen anderen Metallen weit ueberlegen; wenn wir aber Mittel erfinden, grosse magnetische Kraefte zu erzeugen, dann werden ohne dasselbe bessere Resultate zu erreichen sein. Tatsaechlich habe ich schon elektrische Transformatoren hergestellt, in denen kein Eisen verwendet ~~ist~~ wurde, und die fuer jede zehn Pfund Gewicht zehn mal groessere Leistungsfachigkeit haben, als solche mit Eisen. Dieses Resultat wird dadurch erzielt, dass anstatt der gewoehnlichen, jetzt in den Industrien angewandten elektrischen Stroemen ~~xxxxxxxxx~~ sehr schnell schwingende, auf neue Art erzeugte Stroeme ge-braucht werden. Es ist mir auch gelungen, Elektromotoren mit diesen schnell-schwingenden elektrischen Stroemen zu betreiben, aber die Ergebnisse weren bisher nicht so gut, ads die, welche mit gewoehnlichen, aus Eisen konstruierten Motoren erzielt werden, obgleich theoretisch erstere imstande sein sollten, unvergleichlich mehr Arbeit zu leisten per Gewichteinheit als letztere. Aber die scheinbar unueberwindlichen Schwierigkeiten, die jetzt im Wege stehen, duerften am Ende doch ~~beseitigt~~ beseitigt werden, und dann wird das Eisen abgeschafft und alle elektrischen Maschinen aus Aluminium fabriciert werden, sehr wahrscheinlich zu laecherlich niedrigen Preisen. Dies wuerde fuer das Eisen ein harter, wenn nicht verhaengnisvoller Schlag sein. In vielen anderen Industriezweigen,

[illegible] Schiffbau, oder allen solchen, in denen leichter Bau noetig ist, wird der Fortschritt des neuen Metalls viel schneller vor sich gehen. Fuer solche Zwecke ist es vorzueglich geeignet und wird frueher oder spaeter das Eisen sicherlich verdraengen. Es ist hoechst wahrscheinlich, dass wir im Laufe der Zeit imstande sein werden, dem Aluminium viele jener Eigenschaften zu verleihen, die das Eisen so wertvoll machen.

Waehrend es unmoeglich ist, vorherzusagen, wann sich diese industrielle Umwaelzung vollziehen wird, kann man doch nicht bezweifeln, dass die Zukunft dem Aluminium gehoert, und dass es mit der Zeit das Hauptmittel zur Steigerung der menschlichen Leistung werden wird. Es besitzt in dieser Beziehung viel groessere Faehigkeiten, als irgendein anderes Metall. Ich wuerde sein Civilisierungsvermoegen voellig hundert mal so gross schaetzen, als das des Eisens. Obwol diese Schaetzung Erstaunen erregen mag, ist sie durchaus nicht uebertrieben. Erstlich muss man bedenken dass, der Masse nach, dem Menschen dreissig mal so viel Aluminium als Eisen zur Verfuegung steht. Dies in sich selbst bietet grosse Moeglichkeiten. Dann laesst sich das neue Metall viel leichter bearbeiten, was seinen Wert erhoeht. In vielen seiner Eigenschaften gleicht es einem kostbaren Metall, was ihm weiteren Wert verleiht. Seine elektrische Leitfaehigkeit fuer ein gegebenes Gewicht ist groesser als die irgend eines anderen Metalles, und dies allein

wuerde hinreichen, es fuer den zukuenftigen Fortschritt des Menschen zu einem der wichtigsten Faktoren zu machen. Infolge seines ausserordentlich geringen Gewichts sind aus demselben fabricierte Artikel viel leichter zu transportieren. Vermoege dieser Eigenschaft wird es eine Umwaelzung im Schiffbau hervorrufen, und dadurch, dass es den Transport und das Reisen erleichtert wird es die nuetzliche Arbeitsleistung des Menschen ungeheuer vergroessern. Sein groesstes Civilisierungsvermoegen, glaube ich, wird in der Luftschiff bestehen, zu deren Verwirklichung es sicher das Mittel sein wird. Telegraphische Instrumente werden den Barbaren langsam belehren. Elektrische Motoren und Lampen werden es schneller tun, aber schneller als irgend etwas anderes wird die Flugmaschine es tun. Dadurch dass sie das Reisen ideal leicht macht, wird sie das beste Mittel sein zur Vereinigung der verschiedenartigen Elemente der Menschheit. Der erste Schritt zu dieser Verwirklichung sollte bestehen in der Erzeugung eines leichten Akkumulators, oder darin, dass mehr Energie aus der Kohle gewonnen wird.

Versuche aus der Kohle mehr Energie zu gewinnen - Die elektrische Uebertragung - der Gasmotor - Die Koks-Kohlenbatterie.

Ich erinnere mich, dass ich einst die Erzeugung von Elektrizitaet durch dass Brennen von Kohle in einer Batterie fuer diejenige Errungenschaft hielt, welche die Civilisation der Menschheit am meisten foerdern wuerde, und mit Erstaunen nehme ich wahr, wie sehr sich durch das bestaendige Studium dieser Gegenstaende meine Ansichten geaendert haben. Jetzt scheint es mir, dass das Brennen von Kohle in einer Batterie, wenn es auch auf noch so wirtschaftliche Weise geschieht, nur ein zeitweiliges Ersatzmittel, eine Phase in der Entwickelung zu etwas viel Vollkommenerem sein wuerde. Wenn wir Elektrizitaet auf diese Art erzeugten, wuerden wir doch immer noch Material zerstoeren, und das waere ein barbarisches Verfahren. Wir sollten imstande sein, die Energie, deren wir bedurfen, ohne Zerstoerung von Material zu erhalten. Es liegt mir jedoch fern, den Wert solch einer wirtschaftlichen Ausnutzung des Brennmaterials zu unterschaetzen. Wir erhalten gegenwaertig die meiste Triebkraft aus der Kohle, und sie vermehrt ungeheuer entweder direkt oder durch ihre Produkte die menschliche Energie. Leider wird bei allen jetzt angewandten Methoden der groesste Teil der Energie der Kohle unnuetz vergeudet. Die besten Dampfmaschinen benuetzen nur einen kleinen Teil der Gesamtenergie. Sogar in Gasmaschinen, in denen besonders in der letzten Zeit bessere Resultate erreichbar sind,

findet noch eine ~~xxxxxxx~~ barbarische Verschwendung statt. In unseren elektrischen Beleuchtungssystemen verwerten wir kaum ein drittel Prozent, und in der Gasbeleuchtung einen noch viel kleineren Teil der gesamten Energie der Kohle. Wenn wir alle verschiedenen Anwendungen der Kohle in der ganzen Welt zusammenfassen, verwerten wir sicher nicht mehr als zwei Prozent der theoretisch in ihr enthaltenen Energie. Der Mann, der dieser sinnlosen Verschwendung ein Ende machen wuerde, waere ein grosser Wohltaeter der Menschheit, obgleich seine Loesung keine dauernde sein koennte, weil sie zur endlichen Erschoepfung des Materialvorrates fuehren wuerde. Es werden Bemuehungen, mehr Energie aus der Kohle zu gewinnen, jetzt hauptsaechlich in zwei Richtungen gemacht - durch Erzeugung von Elektrizitaet und durch Herstellung von Gas fuer Triebkraftzwecke. Auf beiden ~~dieser~~ Gebieten sind schon bemerkenswerte Erfolge erzielt worden.

Die Ankunft des Systems der elektrischen Kraftuebertragung durch Wechselstroeme kennzeichnet eine Epoche in der oekonomischen Ausnuetzung der Energie, welche dem Menschen in der Kohle zur Verfuegung steht. Alle durch einen Wasserfall erzeugte elektrische Energie ist, infolge der Ersparnis so vielen Brennmaterials, offenbar ein Reingewinn fuer die Menschheit, der um so wirksamer ist, weil er mit wenig menschlichem Kraftaufwand erworben wird, und weil diese vollkommenste aller Methoden Energie von der Sonne zu gewinnen auf viele Weisen zur Foerderung der Civilisation beitraegt.

Aber die Elektrizitaet gestattet uns auch, aus der Kohle viel mehr Energie zu erhalten, als auf den alten Wegen moeglich war. Anstatt die Kohle nach fernen Plaetzen zu transportieren und dort zu verbrauchen verbrennt man sie in der Nahe der ~~Minen~~ Bergwerke, entwickelt Elektrizitaet in Dynamomaschinen und uebertraegt den Strom nach entfernten Gegenden, und erzielt dadurch eine bedeutende Ersparnis. Anstatt die Maschinerie einer Fabrik auf die alte, verschwenderische Weise durch Riemen und Wellen anzutreiben, verwendet man dazu Elektromotoren, fuer welche die Elektrizitaet durch Dampfkraft erzeugt wird. Es kommt nicht selten vor, dass man auf diese Weise zwei bis drei mal so viel effektive Triebkraft erhaelt als vormals, und und ausserdem noch viele andere wichtige Vorteile gewinnt. Auf diesem Gebiete, sowol als auch in der Energieuebertragung auf grosse Entfernungen fuehrt das Wechselstromsystem mit seiner ideal einfachen Maschinerie eine industrielle Umwaelzung herbei. Aber in vielen Richtungen hat sich dieser Fortschritt noch nicht fuehlbar gemacht. So z. B. werden Dampfer und Eisenbahnzuege noch durch direkte Uebertragung der Dampfkraft auf Welle oder Achse angetrieben. Ein viel groesserer Prozentsatz der Waermeenergie des Brennmaterials koennte in Triebkraft umgewandelt werden, wenn anstatt der jetzigen Schiffsdampfmaschinen oder Lokomotiven durch speziell konstruierte Hochdruck- (high pressure steam or gas engines) Dampf- oder Gasmaschinen angetriebene Dynamos gebraucht, und die von diesen erzeugte Elektrizitaet zur Fortbewegung verwen-

det wuerde. Fuenfzig bis hundert Prozent mehr wirksame Triebkraft koennte auf diese Weise aus der Kohle gewonnen werden. Es ist daher ~~unbegreiflich~~, weshalb Ingenieure einer so einfachen und handgreiflichen Tatsache nicht mehr Aufmerksamkeit widmen. Auf Ozeandampfern waere eine solche Verbesserung besonders wuenschenswert, weil dadurch der Laerm beseitigt und ihre Geschwindigkeit und Tragfaehigkeit erheblich gesteigert werden wuerde.

Es wird gegenwaertig noch mehr Energie aus der Kohle gewonnen durch die neuesten verbesserten Gasmaschinen, deren Oekonomie durchschnittlich wahrscheinlich zweimal so gross ist, als die der besten Dampfmaschinen. Die Einfuehrung des Gasmotors wird durch den grossen Umfang der Gasindustrie sehr erleichtert. Mit der immer zunehmenden Verwendung des elektrischen Lichts wird das Gas mehr und mehr zu Heiz- und Kraftzwecken benutzt. In vielen Faellen wird das Gas in der Naehe der Kohlengrube hergestellt und nach fernen Verbrauchsstellen uebertragen, und so wird sowol inder Transportation als auch in der Verwendung des Brennmaterials eine bedeutende Ersparnis bewirkt. Bei dem gegenwaertigen Standpunkte der mechanischen und elektrischen Kuenste ist der rationellste Weg, Energie aus der Kohle zu erhalten offenbar, Gas in der Naehe des Kohlenlagers herzustellen, und mit demselben entweder am Orte oder sonstwo Elektrizitaet zu erzeugen in Dynamomaschinen, die durch Gasmotoren angetrieben werden. Der wirtschaftliche Erfolg einer

solchen Anlage beruht in grossem Maasse auf der Erzeugung von Gas-
motoren von nominell grosser Pferdekraft, die, nach der eifrigen
Taetigkeit auf diesem Felde zu rechnen, wol bald ihre Erscheinung
machen werden. Anstatt wie gewoehnlich die Kohle direkt zu ge-
brauchen, sollte Gas daraus hergestellt und dieses verbrannt wer-
den, um Energie zu ersparen.

Aber alle solche Verbesserungen koennen nur voruebergehen-
de Phasen in der Entwickelung zu etwas viel Vollkommnerem sein, denn
endlich muss es uns gelingen, ohne solche Umwege und ohne grossen
~~xxxxxxxxxxxx~~ Verlust an Waermeenergie Elektrizitaet aus der Kohle
zu erhalten. Ob die Kohle durch ein kaltes Verfahren oxidiert wer-
den kann ist noch eine Frage. Ihre Verbindung mit Sauerstoff fin-
det nur statt unter Entwickelung von Waerme, und ob die Energie der
Verbindung von Kohle mit einem anderen Elemente direkt in elektri-
sche Energie verwandelt werden kann ist noch nicht festgestellt wor-
den. Unter gewissen Bedingungen wird Kohle verbrannt von Salpeter-
saeure unter Erzeugung eines elektrischen Stromes, aber die Loesung
bleibt nicht kalt. Andere Mittel sind zur Oxidierung der Kohle vor-
geschlagen worden, aber sie enthielten nicht das Versprechen, dass
Sie zu einem wirtschaftlichen Verfahren fuehren wuerden. Mein eige-
ner Misserfolg ist vollstaendig gewesen, wenn auch vielleicht nicht
ganz so vollstaendig wie der einiger Leute, die das Kalte-Kohlenelement
"vervollkommnet" haben. Dieses Problem sollte grundsaetzlich von
dem Chemiker geloest werden, nicht von dem Physiker, der alle seine

solchen Anlage beruht in grossem Maasse auf der Erzeugung von Gas-
motoren von nominell grosser Pferdekraft, die, nach der eifrigen
Taetigkeit auf diesem Felde zu rechnen, wol bald ihre Erscheinung
machen werden. Anstatt wie gewoehnlich die Kohle direkt zu ge-
brauchen, sollte Gas daraus hergestellt und dieses verbrannt wer-
den, um Energie zu ersparen.

Aber alle solche Verbesserungen koennen nur voruebergehen-
de Phasen in der Entwickelung zu etwas viel Vollkommnerem sein, denn
endlich muss es uns gelingen, ohne solche Umwege und ohne grossen
~~xxxxxxxxxxxx~~ Verlust an Waermeenergie Elektrizitaet aus der Kohle
zu erhalten. Ob die Kohle durch ein kaltes Verfahren oxidiert wer-
den kann ist noch eine Frage. Ihre Verbindung mit Sauerstoff fin-
det nur statt unter Entwickelung von Waerme, und ob die Energie der
Verbindung von Kohle mit einem anderen Elemente direkt in elektri-
sche Energie verwandelt werden kann ist noch nicht festgestellt wor-
den. Unter gewissen Bedingungen wird Kohle verbrannt von Salpeter-
saeure unter Erzeugung eines elektrischen Stromes, aber die Loesung
bleibt nicht kalt. Andere Mittel sind zur Oxidierung der Kohle vor-
geschlagen worden, aber sie enthielten nicht das Versprechen, dass
sie zu einem wirtschaftlichen Verfahren fuehren wuerden. Mein eige-
ner Misserfolg ist vollstaendig gewesen, wenn auch vielleicht nicht
ganz so vollstaendig wie der einiger Leute, die das Kalte Kohlenelement
"vervollkommnet" haben. Dieses Problem sollte grundsaetzlich von
dem Chemiker geloest werden, nicht von dem Physiker, der alle seine

Resultate im Voraus bestimmt, so dass ein von ihm angestellter Versuch nicht misslingen kann. Die Chemie, obgleich eine positive Wissenschaft, gestattet die Loesung einer Aufgabe noch nicht nach so positiven Methoden, als zur Behandlung vieler physischer Probleme zu Verfuegung stehen. Wenn das Resultat moeglich ist, wird es vielmehr durch geduldiges Versuchen, als durch Schlussfolgerung und Berechnung erreicht werden. Die Zeit wird jedoch bald kommen, wenn der Chemiker imstande sein wird, einen im Voraus deutlich ausgelegten Kurs zu verfolgen, und durch rein konstruktives Verfahren zu einem gewuenschten Resultate zu gelangen. Die Kalte-Kohlenbatterie wuerde der elektrischen Industrie einen maechtigen Aufschwung verleihen; sie wuerde in sehr kurzer Zeit zu einer praktischen Flugmaschine fuehren und die Einfuehrung des Automobils ungeheuer begunstigen. Aber eine bessere und wissenschaftlichere Loesung dieser und vieler anderer Probleme waere ein leichter Akkumulator.

Energie vom Medium - Die Windmuehle und die Sonnenmaschine - Triebkraft von der Waerme der Erde - Elektrizitaet aus natuerlichen Quellen.

Ausser dem Material gibt es noch eine Fuelle von Stoffen, aus denen man eventuell Kraft erhalten koennte. Ungeheure Energiemengen sind z. B. im Kalkstein enthalten, und durch Freisetzung der Kohlensaeure durch Schwefelsaeure oder auf andere Weise koennen Maschinen angetrieben werden. Ich konstruierte einst eine solche Maschine, und dieselbe funktionierte auf zufriedenstellende Weise.

Aber welches in der Zukunft auch immer die Quellen der ursprünglichen (primary) Energie sein moegen, wir muessen sie, um rationell zu verfahren, ohne Verzehrung irgend welchen Materials erlangen. Schon vor langer Zeit kam ich zu diesem Schluss, und um dieses Resultat zu erreichen schienen, wie vorher angedeutet, nur zwei Wege moeglich - entweder musste die in dem umgebenden Medium aufgespeicherte Energie der Sonne ausgenutzt werden, oder es musste die Energie der Sonne durch das Medium uebertragen werden von einem solchen Orte, wo sie ohne Materialverbrauch ~~erzeugt~~ gewonnen werden konnte. Zu jener Zeit wies ich die letztere Methode sofort als gaenzlich unausfuehrbar zurueck, und wandte mich der Untersuchung der Moeglichkeiten der ersteren zu.

Es ist schwer zu glauben, aber nichtsdestoweniger eine

Tatsache, dass seit undenklichen Zeiten dem Menschen eine Maschine zur Verfügung gestanden hat, welche ihm gestattete, die Energie des ungehemmten Windes nutzbar zu machen. Diese Maschine ist die Windmühle. Die Kraft, welche man vom Winde erhalten kann, ist, im Gegensatz zu der allgemein verbreiteten Ansicht, sehr beträchtlich. Manch ein irregeführter Erfinder hat Jahre seines Lebens verbracht in dem Bestreben, "die Fluten zu bezwingen", und einige haben sogar vorgeschlagen, durch die Wucht der Fluten oder Wellen Luft zu komprimieren zum Zwecke der Energiegewinnung, die Zeichen der alten Windmühle aber auf dem Hügel nicht verstehend, wie sie traurig mit ihren Armen winkte und ihnen gebot, innezuhalten. Die Tatsache ist nämlich, dass in der Regel ein Wellen- oder Flutenmotor nicht imstande sein würde, wirtschaftlich mit der Windmühle zu konkurrieren, die eine bei weitem bessere Maschine ist, weil sie gestattet, viel grössere Energiemengen auf einfacherem Wege zu erhalten. Die Windkraft ist in alten Zeiten von unberechenbarem Werte für den Menschen gewesen, allein dadurch, dass sie es ihm möglich machte, die Meere zu durchfahren, und sie spielt sogar heute noch beim Reisen und in der Transportation eine wichtige Rolle. Es sind jedoch dieser ideal einfachen Methode, die Energie der Sonne zu benutzen, enge Grenzen gezogen. Die Maschinen sind gross für eine gegebene Arbeitsleistung und die Kraft ist eine unterbrochene, was das Aufspeichern der Energie notwendig macht

und die Kosten der Anlage vermehrt.

Ein weit besserer Weg, Kraft zu erhalten waere, sich der Sonnenstrahlen zu bedienen, welche unaufhoerlich auf die Erde herabfallen und auf die Quadratmeile eine maximale Energie von ueber vier Millionen Pferdekraft liefern. Wenn auch im Durchschnitt die Energie, welche eine Quadratmeile in einer beliebigen Gegend im Laufe des Jahres erhaelt, nur ein kleiner Teil dieses Betrages ist, wuerde doch durch die Entdeckung eines zweckmaessigen Verfahrens zur Ausnuetzung der Energie der Strahlen eine unerschoepfliche Kraftquelle eroeffnet werden. Der einzige rationelle Weg, der mir bekannt war zu der Zeit als ich das Studium dieses Gegenstandes begann, war die Anwendung einer Art von Waermemotor oder thermo-dynamischer Maschine, angetrieben durch eine fluechtige, in einem Kessel durch die Waerme der Strahlen verdampfte Fluessigkeit. Aber nachere Untersuchung dieser Methode und Berechnung ergab, dass trotz der ungeheuren Energiemenge, welche die Strahlen scheinbar herabsenden, ~~[illegible]~~ in Wirklichkeit nur ein kleiner Teil dieser Energie auf diesem Wege nutzbar gemacht werden kann. Die von den Sonnenstrahlen gelieferte Energie ist periodisch, und ich fand, dass dieselben Beschraenkungen wie bei der Windmuehle, auch hier bestanden. Nachdem ich lange Zeit diese Methode Energie von der Sonne zu gewinnen untersucht hatte, den notwendigerweise grossen Umfang des Kessels, den geringen Nutzeffekt des Waermemotors, die

noch hinzukommenden Kosten der Energieaufspeicherung und andere Nachteile dabei in Erwaegung ziehend, kam ich zu dem Beschluss, dass "die Sonnenmaschine", einige wenige Faelle ausgenommen, nicht mit Erfolg in den Industrien verwendet werden konnte.

Noch ein Weg ohne Materialverzehrung Triebkraft vom Medium zu erhalten waere, die in der Erde, dem Wasser oder der Luft enthaltene Waerme zum Antreiben einer Maschine zu benutzen. Es ist wohlbekannt, dass das Innere der Erde sehr heiss ist. Wie sich aus Beobachtungen ergiebt, steigt die Temperatur mit jeden hundert Fuss Tiefe 1° C. Die Schwierigkeiten Schaechte zu graben und Kessel aufzustellen in einer Tiefe von etwa zwoelf tausend Fuss, entsprechend einer Temperaturerhoehung von ungefaehr 120° C., sind nicht unueberwindlich, und man koennte auf diese Weise sicherlich die Waerme der inneren Erdkugel nutzbar machen. Tatsaechlich waere es gar nicht noetig, in die Tiefe zu gehen, um von der aufgespeicherten Erdenwaerme Energie zu gewinnen. Die oberen Erdlager und die Luftschichten in deren Nähe besitzen eine genuegend hohe Temperatur, um hoechst fluechtige Substanzen, die anstatt Wasser in den Kesseln gebraucht werden koennten, zu verdampfen. Es ist sicher, dass ein Schiff auf dem Meere fortbewegt werden koennte durch eine Maschine, die von einem solch fluessigen Koerper angetrieben wuerde, ohne irgend welche andere Energie zu gebrauchen, als die vom Wasser abgeleitete Waerme. Nur die Kraftmenge, die auf diese Art ohne weitere Vorrichtungen gewonnen werden koennte, wuerde sehr klein sein.

Die durch natuerliche Ursachen erzeugte Elektrizitaet ist eine weitere Energiequelle, welche dienstbar gemacht werden koennte. Blitzentladungen enthalten grosse Mengen elektrischer Energie, die wir verwenden koennten, wenn wir sie transformieren und aufspeichern wuerden. Vor einigen Jahren machte ich eine Methode elektrischer Umwandlung bekannt, die den ersten Teil dieser Aufgabe leicht macht, aber das aufspeichern der Energie von Blitzentladungen wird schwer zu erreichen sein. Es ist ferner wolbekannt, dass bestaendig elektrische Stroeme durch die Erde fliessen, und dass zwischen der Erde und irgend einer Luftschicht eine elektrische Spannungsdifferenz besteht, die im Verhaeltnis zur Hoehe variiert.

In neuerdings angestellten Versuchen habe ich zwei neue Tatsachen entdeckt, die in dieser Beziehung von Bedeutung sind. Eine dieser Tatsachen ist, dass in einem Drahte, der sich vom Boden bis zu einer sehr grossen Hoehe erstreckt, Elektrizitaet erzeugt wird durch die ~~axiale~~ rotierende und wahrscheinlich auch durch die transluto-rische Bewegung der Erde. Es wird jedoch kein nennenswerter Strom in dem Drahte fliessen, wenn nicht der Elektrizitaet gestattet ist, in die Luft zu entweichen. Ihr Ausfluss wird dadurch sehr erleichtert, dass man am oberen Ende des Drahtes einen leitenden Pol von grosser Oberflaeche mit vielen scharfen Ecken oder Spitzen anbringt. Man kann also eine fortwaehrende Zufuhr von elektrischer Energie erhalten, indem man nur einen Draht aus einer Hoehe herabhaengt, aber leider ist die Elektrizitaetsmenge, die so genommen werden kann, klein.

Die zweite Tatsache, die ich festgestellt habe, ist, dass die höheren Luftschichten beständig geladen sind mit Elektrizität, die der Ladung der Erde entgegengesetzt ist. So habe ich wenigstens meine Beobachtungen gedeutet, aus denen hervorgeht, dass die Erde mit der an sie grenzenden isolierenden und äusseren leitenden Hülle einen hoch geladenen Kondensator bildet, der in aller Wahrscheinlichkeit eine grosse Menge elektrischer Energie enthält, die für den Menschen nutzbar gemacht werden könnte, wenn es möglich wäre, mit einem Drahte grosse Höhen zu erreichen.

Es ist möglich, ja sogar wahrscheinlich, dass mit der Zeit andere Energiequellen eröffnet werden, von denen wir gegenwärtig keine Kenntnis haben. Wir dürften sogar Wege finden, solche Kräfte wie den Magnetismus oder die Gravitaet ohne irgend welche andere Mittel zum Antreiben von Maschinen zu gebrauchen. Solche Verwirklichungen, wenn auch höchst unwahrscheinlich, sind nicht unmöglich. Ein Beispiel wird die beste Vorstellung gewähren von der, was wir zu erreichen vorläufig hoffen dürfen, und was wir niemals erreichen können. Man denke sich eine Scheibe aus irgend einem homogenen Metall, vollkommen rund abgedreht und so eingerichtet, dass sie sich neben dem Boden auf einer horizontalen Welle in reibungslosen Lagern dreht. Diese Scheibe, die unter obigen Bedingungen vollkommen balanciert wäre, würde in irgend einer Lage stille stehen. Nun ist es möglich, dass wir lernen werden, wie man eine solche Scheibe veranlassen kann, sich zu drehen und Arbeit zu ver-

richten durch die Gravitaet, ohne irgend fernere Anstrengung; unbegrenzt; aber es ist gaenzlich unmoeglich, dass die Scheibe sich drehe und Arbeit verrichte ohne irgend eine Kraft von Aussen. Wenn wir das tun koennte, wuerde sie sein, was die Wissenschaft mit dem Namen "perpetuum mobile" bezeichnet, eine Maschine, die ihre eigene Bewegkraft erzeugt. Um die Scheibe durch Gravitaet sich drehen zu machen, brauchen wir nur einen Schirm gegen diese Kraft zu erfinden. Vermittels eines solchen Schirmes koennten wir verhindern, dass die Kraft auf eine Haelfte der Scheibe wirkt, und deren Umdrehung wuerde folgen. Wenigstens kann man eine solche Moeglichkeit nicht verleugnen, bis wir das Wesen der Gravitaet genau kennen. Angenommen diese Kraft ruehre her von einer Bewegung, aehnlich einem Luftstrom, der nach dem Mittelpunkte der Erde ginge. Die Wirkung eines solchen Stroms auf beide Haelften der Scheibe wuerde gleich gross sein, und diese wuerde sich unter gewoehnlichen Umstaenden nicht drehen, wenn aber eine Haelfte geschuetzt waere durch eine Platte, welche die Bewegung aufhaelt, dann wuerde sich die Scheibe rotieren.

Abweichung von bekannten Methoden - Moeglichkeit einer "selbsttaetigen" Maschine, leblos, aber dennoch faehig, Energie aus dem Medium zu ziehen wie ein lebendes Wesen - Der ideale Weg Triebkraft zu erzeugen.

Als ich die Untersuchung des hier behandelten Gegenstandes begann und als die oben beschriebenen oder aehnliche Ideen mir zum ersten Male einfielen, und obgleich viele der erwaehnten Tatsachen mir unbekannt waren, ueberzeugte mich nichtsdestoweniger eine Uebersicht ueber die verschiedenen Wege, die Energie des Mediums auszunuetzen, dass eine grundsaetzliche Abweichung von den damals bekannten Methoden gemacht werden musste, um zu einer praktischen Loesung zu gelangen. Die Windmuehle, der Sonnenmotor, die von der Waerme der Erde angetriebene Maschine hatten alle ihre Grenzen hinsichtlich der erreichbaren Kraftmenge. Ein neuer Weg, der es uns ermoeglichen wuerde mehr Energie zu erhalten, musste entdeckt werden. Es war genug Waermeenergie im Medium vorhanden, aber nach den damals bekannten Methoden war nur ein kleiner Teil derselben zum Antrieb einer Maschine verwendbar. Ueberdies konnte man die Energie nur sehr langsam erhalten. Das Problem war also offenbar, ein neues Verfahren zu entdecken, welches gestatten wuerde, einen groesseren Teil der Waermeenergie des Mediums auszunuetzen und sie auch demselben mit groesserer Geschwindigkeit zu entziehen.

Ich versuchte vergebens, mir ein Bild davon zu machen, wie erreicht werden koennte, als ich einige Behauptungen von [illegible] und Lord Kelvin (damals Sir William Thomson) las, die tatsaechlich bedeuteten, es sei unmoeglich, dass ein lebloser Mechanismus oder eine selbsttaetige Maschine einen Teil des Mediums bis unter die Temperatur der Umgebung abkuehle und durch die abgeleitete Waerme in Betrieb gesetzt werde. Diese Behauptungen interessierten mich in hohem Grade. Ein lebendes Wesen kann offenbar dieser Aufgabe entsprechen, und da die Erfahrungen meiner Jugend, die ich erzaehlt habe, mich ueberzeugt hatten, dass ein lebendes Wesen nichts weiter als ein Automat oder, mit anderen Worten, eine "selbsttaetige Maschine" ist, kam ich zu dem Schluss, dass es moeglich war, eine Maschine zu konstruieren, die dasselbe tun wuerde. Als ersten Schritt zu dieser Verwirklichung erdachte ich den folgenden Mechanismus. Man denke sich eine Thermosaeule, bestehend aus einer Anzahl von Metallstangen, die von der Erde bis in den aeusseren Raum ueber die Atmosphaere hinaus reichen. Die von unten nach oben diesen Metallstangen entlang geleitete Waerme wuerde die Erde, oder die See oder die Luft abkuehlen, je nach der Lage der unteren Teile der Stangen, und das Resultat wuerde sein, wie wol bekannt, dass ein elektrischer Strom in diesen Stangen fliessen wuerde. Die beiden Pole der Thermosaeule koennten dann durch einen elektrischen Motor verbunden werden, und theoretisch wuerde dieser

Motor so lange immerfort laufen, bis die unteren Media bis auf die Temperatur des aeusseren Raumes abgekuehlt waeren. Das waere eine kostlose Maschine, die allem Anscheine nach einen Teil des Mediums unter die Temperatur der Umgebung abkuehlte und durch die abgekuehlte Waerme in Gang gesetzt wuerde.

Aber war es denn nicht moeglich, einen aehnlichen Zustand herbeizufuehren, ohne notwendigerweise in die Hoehe zu gehen? Man denke sich, zum Zwecke der Erlaeuterung, eine wie in Schema b dargestellte Umhuellung T, die so beschaffen ist, dass Energie nicht anders als durch den Kanal oder Weg O durch sie uebertragen werden kann, und dass auf irgend eine Weise innerhalb dieser Umhuellung ein wenig Energie besitzendes Medium aufrecht erhalten wuerde, und dass sich ausserhalb derselben das gewoehnliche umgebende Medium mit viel Energie befaende. Unter diesen Bedingungen wuerde die Energie durch die Oeffnung O fliessen, wie durch den Pfeil angedeutet ist, und koennte dann beim Durchfluss in eine andere Art Energie verwandelt werden. Die Frage war; Koennte auch ein solcher Zustand erreicht werden? Koennten wir kuenstlich einen solchen Abfluss erzeugen, in welchen die Energie des umgebenden Mediums hineinfliessen wuerde? Angenommen es koennte in einem gegebenen Raume durch irgend ein Verfahren eine ausserordentlich niedrige Temperatur erhalten werden; das umgebende Medium wuerde dann gezwungen sein, Energie abzugeben, die in mechanische oder eine andere Form Form von Energie verwandelt und gebraucht werden koennte. Die Ver-

wirklichung eines solchen Planes wuerde uns gestatten, an irgend einem Orte Tag und Nacht eine bestaendige Energielieferung zu erhalten. Mehr als dies, meiner Folgerung nach schien es moeglich, eine solche Cirkulation des Mediums zu verursachen und so die Energie sehr schnell zu erhalten.

Hier war also eine Idee, die, wenn ausfuehrbar, eine gluecklich Loesung des Problems Energie vom Medium zu gewinnen, bot. War sie aber ausfuehrbar? Dass dem so sei, davon ueberzeugte ich mich auf mehrere Wege. Einer derselben ist der folgende. Was die Waerme anbetrifft, befinden wir uns auf einem Hochplateau, vergleichbar mit einem Bergsee betraechtlich ueber dem Meeresspiegel, dessen Oberflaeche das absolute Zero des Weltraumes darstellen moege. Waerme fliesst wie Wasser abwaerts, und folglich, ebenso wie wir das Wasser des Sees hinabfliessen lassen koennen in das Meer, sind wir auch imstande, die Waerme von der Oberflaeche der Erde nach den hohen, kalten Regionen ueber uns wandern zu lassen. Waerme, gleichwie Wasser, kann beim hinabfliessen Arbeit verrichten, und jeder Zweifel, den man hegte, dass vermittels einer Thermosaeule Energie aus dem Medium entzogen werden kann, wie vorhin beschrieben, wuerde durch dieses Analogon beseitigt werden. Koennen wir aber in einem gegebenen Teile des Raumes Kaelte erzeugen und die Waerme veranlassen, bestaendig dorthin zu fliessen? Die Erschaffung eines solchen "Abflusses" oder "kalten Loches" im Medium, wie man es nennen koennte, wuerde so viel bedeuten, als stellte man in dem

See einen Raum herv der entweder leer, oder mit etwas viel leichterem als Wasser angefuellt ~~ist~~ wäre. Dies koennte man tun, ~~indem~~ wenn man einen Behaelter in dem See aufstellte und alles Wasser aus demselben herauspumpte. Wir wissen, dass dann das Wasser, wenn man es in den Behaelter zurueckfliessen liesse, theoretisch dieselbe Quantitaet Arbeit verrichten koennte, als beim Herauspumpen verbraucht wurde, aber nicht das geringste mehr. Folglich liesse sich durch dieses doppelte Verfahren, erst das Wasser zu heben und dann wieder fallen zu lassen, nichts gewinnen. Dies wuerde bedeuten, dass es unmoeglich ist, einen solchen Abfluss im Medium (künstlich) zu erzeugen. Aber denken wir einen Augenblick nach. Obgleich die Waerme gewissen allgemeinen Gesetzen der Mechanik folgt, wie eine Fluessigkeit, ist sie doch nicht eine solche; sie ist Energie, die sich beim Passieren von einem hohen nach einem niedrigen Niveau ~~Temperatur~~ in andere Formen von Energie verwandeln laesst. Damit nun unsere mechanische Analogie vollstaendig und naturgetreu sei, muessen wir deshalb annehmen, dass das Wasser beim Zurueckfliessen in den Behaelter in etwas anderes verwandelt wird, etwas das man ohne, ~~nicht~~ oder doch mit sehr geringem Kraftaufwand herausnehmen kann. Wenn z. B. in diesem Analogon die Waerme durch das Wasser des Sees dargestellt ist, koennte der Sauerstoff und Wasserstoff, die das Wasser bilden, andere Formen von Energie vorstellen, in welche die Waerme transformiert wird bei ihrem Uebergang von ~~Waerme zu Kaelte~~ (oder zu niedriger Temperatur). Wenn der Process der Waermeumwandlung absolut vollkommen waere, so wuerde gar keine

Waerme auf dem unteren Niveau ankommen, weil sie gaenzlich in andere Formen von Energie verwandelt wuerde. Diesem idealen Falle entsprechend wuerde alles Wasser, welches in den Behaelter fliesst, sich in Sauerstoff und Wasserstoff zersetzen, ehe es am Boden ankomme, und die Folge wuerde sein, dass das Wasser fortwaehrend hineinfliessen koennte, und der Behaelter dennoch gaenzlich leer bleiben wuerde, weil die sich bildenden Gase entweichen. So wuerde man durch den urspruenglichen Aufwand einer gewissen Arbeit einen Abfluss schaffen fuer die Waerme oder, beziehungsweise, das Wasser, ein Zustand, der es uns ermoeglichen wuerde, beliebige Mengen Energie ohne weitere Anstrengung zu erhalten. Dieses waere ein idealer Weg Triebkraft zu gewinnen. Wir kennen keinen so absolut vollkommenen Process der Waermeumwandlung, und folglich wird etwas Waerme gewoehnlich das niedrige Niveau erreichen, was in unserem mechanischen Analogon so viel bedeutet, dass etwas Wasser auf dem Boden des Behaelters ankommen und dass sich der letztere allmehlich und langsam anfuellen wird, was bestaendiges Auspumpen benoetigt. Aber es ist klar, dass weniger herauszupumpen sein wird, als hineinfliesst, oder, mit anderen Worten, es wird zur Aufrechterhaltung des urspruenglichen Zustandes weniger Energie noetig sein als von dem Falle entwickelt wird, und dies bedeutet, dass etwas Energie vom Medium gewonnen werden wird. Was nicht beim Hinabfluss verwandelt wird, kann genau mit seiner eigenen Energie gehoben werden,

und was verwandelt wird, ist reiner Gewinn. Die Wirkungskraft des Prinzips, welches ich entdeckt habe, beruht gaenzlich auf der Umwandlung der Energie beim Abwaertsfliessen.

Irrige Versuche die selbsttaetige Maschine zu erzeugen - Der mechanische Oscillator - Arbeit Bauer's und Linde's - Fluessige Luft.

Als ich diese Wahrheit erkannt hatte, begann ich Mittel zu ersinnen, meine Idee auszufuehren, und nach langem Denken entwarf ich endlich eine Kombination von Apparaten, die es moeglich machen sollten, Kraft vom Medium zu gewinnen durch ein Verfahren fortwaehrender Abkuehlung der atmosphaerischen Luft. Dieser Apparat hatte die Neigung, durch bestaendige Verwandlung von Waerme in mechanische Arbeit kaelter und kaelter zu werden, und wenn es moeglich war, auf diese Weise eine sehr niedrige Temperatur zu erreichen, dann konnte ein Abfluss fuer die Waerme erzeugt, und Energie dem Medium entnommen werden. Dies schien den vorhin erwaehnten Aussagungen von Carnot und Lord Kelvin zu widersprechen, ich schloss jedoch aus der Theorie des Verfahrens, dass ein solches Resultat erzielt werden konnte. Zu dieser Schlussfolgerung kam ich am Ende des Jahres 1883, glaube ich, waehrend ich in Paris war, und zu einer Zeit, als meine Gedanken mehr und mehr beherrscht wurden von einer Erfindung, die ich waehrend des vorhergehenden Jahres entwickelt hatte und die seitdem als "magnetisches Drehfeld" bekannt geworden ist. Waehrend der paar folgenden Jahre baute ich den Plan, den ich ersonnen hatte, weiter aus und untersuchte die Arbeitsbedingungen, machte aber wenig Fortschritt. Die kommerzielle

Einfuehrung der oben erwachnten Erfindung erforderte den groessten Arbeit meiner Kraefte bis 1889, als ich die Idee der selbsttaetigen Maschine wieder aufnahm. Aus einer nochmaligen Untersuchung der involvierten Prinzipien und aus Berechnung ergab sich nun, dass das Resultat, welches ich erstrebte, mit gewoehnlicher Maschinerie nicht auf praktische Weise erreicht werden konnte, wie ich anfangs erwartet hatte. Dies fuehrte mich, als naechsten Schritt, zu dem Studium einer allgemein mit dem Namen "Turbine" bezeichneten Maschinentype, die auch zuerst bessere Aussichten auf eine Verwirklichung der Idee zu gewaehren schien. Bald fand ich jedoch, dass auch die Turbine nicht dazu geeignet war. Meine Schlussfolgerungen zeigten aber, dass, wenn eine Maschine besonderer Art zu einem hohen Grade der Vollkommenheit gebracht werden konnte, der von mir erdachte Plan ausfuehrbar war, und ich beschloss, vorwaerts zu gehen mit der Entwickelung einer solchen Maschine, deren Hauptzweck sein sollte, bei der Verwandlung von Waermeenergie in mechanische Energie die hoechste Oekonomie zu erzielen. Eine charakteristische Eigenschaft der Maschine war, dass der Arbeit-leistende Kolben mit nichts in Verbindung stand, sondern vollkommen frei mit ungeheurer Geschwindigkeit vibrieren konnte. Die mechanischen Schwierigkeiten, denen ich bei der Konstruktion dieser Maschine begegnete, waren groesser als ich vorausgesehen hatte, und mein Fortschritt war langsam. Diese Arbeit wurde fortgesetzt bis anfangs 1892, als ich nach London ging, wo ich Prof. Dewar's bewunderungswuerdige Experimente mit fluessi-

gen lassen soll. Andere hatten vordem dasselbe verflüssigt, und besonders Onlewski und Pictet hatten auch bemerkenswerte Versuche in dieser Richtung angestellt, aber die Arbeit Dewar's war begleitet von solch frischer Tatkraft, dass sogar das alte neu erschien.

Seine Versuche zeigten, wenn auch auf ~~verschiedene~~ andere Weise als ich vorgeschlagen hatte, dass es möglich war, durch Verwandlung von Arbeit in mechanische Arbeit eine sehr niedrige Temperatur zu erhalten, und ich kehrte zurück, ganz erfüllt von dem Geschehenen und mehr als je überzeugt, dass mein Plan ausführbar war. Die zeitweilig unterbrochene Arbeit wurde von neuem angegriffen, und bald hatte ich eine Maschine, welche ich den "mechanischen Oscillator" genannt habe, in ziemlich vollkommenem Zustande. Es gelang mir, in dieser Maschine alle ~~Lederringe~~ Lederringen, Ventile und Oelung abzuschaffen, und ein so schnelles Vibrieren des Kolbens zu erzeugen, dass starke Stahlstangen, die an denselben befestigt und longitudinal bewegt wurden, auseinander gerissen wurden. Durch Verbindung dieser Maschine mit einer Dynamo besonderer Konstruktion erzeugte ich einen höchst ökonomischen elektrischen Generator, der bei Messungen und der Bestimmung physischer Kali Quantitäten unschätzbar ist, weil man mittels desselben Oscillationen von unveränderlicher Zeitdauer erzeugen kann. Ich zeigte mehrere Typen dieser Maschine, genannt "mechanischer und elektrischer Oscillator" vor dem elektrischen Kongresse auf der Weltausstellung in Chicago im Sommer 1893 bei einem Vortrage, der ich anderer dringender Arbeit halber

nichts fuer Veroeffentlichung vorzubereiten konnte. Bei jeder Gelegenheit setzte ich die Prinzipien des mechanischen Oscillators auseinander, aber der ursprungliche Zweck dieser Maschine ist hier zum ersten male erklaert.

In dem Verfahren zur nutzbarmachung der Energie des umgebenden Mediums, wie ich es anfaenglich ausgedacht hatte, waren fuenf wesentliche Elemente vereinigt, und jedes musste neu entworfen und vervollkommnet werden, da keine solche Maschinen existierten. Der mechanische Oscillator war das erste Element dieser Kombination, und nachdem ich dieses vervollkommnet hatte, wandte ich mich dem nechsten zu, einem Luft-Kompressor, der in seiner Konstruktion in gewissen Beziehungen dem mechanischen Oscillator glich. Aehnliche Schwierigkeiten in der Herstellung wurden auch hier angetroffen, aber die Arbeit wurde kraeftig vorwaerts getrieben, und am Ende des Jahres 1894 hatte ich diese beiden Elemente der Kombination vollendet und so einen Apparat erzeugt, der Luft bis auf irgend einen gewuenschten Druck komprimieren konnte, und unvergleichlich einfacher, kleiner und oekonomischer war als die gewoehnlichen Luftkompressoren. Ich hatte soeben begonnen, and dem dritten Elemente zu arbeiten, welches mit den zwei ersten zusammen eine Gefriermaschine von ausserordentlichem Nutzeffekt und Einfachheit geben sollte, als mir das Ungluck widerfuhr, dass mein Laboratorium den Flammen zum Opfer fiel, was meine Arbeiten verhinderte und verzoegerte.

Kurz darauf zeigte Dr. Carl Linde sein Selbstkuehlungsverfahren [illegible] Verfluessigung der Luft an, dadurch beweisend, dass es moeglich war, mit der Abkuehlung fortzufahren, bis Verfluessigung der Luft stattfand. Dies war der einzige experimentelle Beweis, dessen ich noch bedurfte, dass auf der von mir beabsichtigten Weise Energie vom Medium gewonnen werden konnte.

Die Verfluessigung der Luft durch ein Selbstkuehlungsverfahren war nicht, wie man allgemein glaubt, eine zufaellige Entdeckung, sondern ein wissenschaftliches Resultat, welches nicht mehr lange haette ausbleiben koennen, und welches in aller Wahrscheinlichkeit Dewar nicht entgangen waere. Dieser bezaubernde Fortschritt, als der ich, ist in grossem Masse der gewaltigen Arbeit dieses grossen Schotten zu verdanken. Nichtsdestoweniger ist die Fortentwicklung Linde's eine unsterbliche. Die Herstellung fluessiger Luft ist in Deutschland seit vier Jahren betrieben worden, auf viel grosserem Massstabe als in irgend einem anderen Lande, und dieses merkwuerdige Produkt ist zu vielen Zwecken verwendet worden. Anfangs erwartete man viel von demselben, aber bisher ist es ein industrieller ignis fatuus gewesen. Durch Anwendung solcher Maschinen wie ich sie ausbilde worden sich wahrscheinlich seine Kosten sehr vermindern, aber sogar dann wird sein kommerzieller Erfolg fraglich sein. Als Gefriermittel ist es unoekonomisch, weil seine Temperatur unnoetig niedrig ist. Es ist eben so kostspielig, einen Kuehl-

per auf sehr niedriger als auf sehr hoher Temperatur zu erhalten; es ist Kohle nötig, um die Luft kalt zu halten. Zur Herstellung von Sauerstoff kann es noch nicht mit der elektrolytischen Methode konkurrieren. Als Sprengstoff eignet es sich nicht, weil seine niedrige Temperatur es wiederum zu geringem Nutzeffekt verurteilt, und zu Triebkraftzwecken ist sein Preis bei weitem zu hoch. Interessant ist es jedoch zu bemerken, dass beim Betreiben einer Maschine mit flüssiger Luft eine gewisse Menge Energie von der Maschine gewonnen werden kann, oder, anders ausgedrückt, von dem umgebenden Medium, welches die Maschine warm hält, indem je zweihundert Pfund Gusseisen derselben Energie von einer effektiven Pferdekraft in der Stunde zuführen. Aber dieser Gewinn des Verlustes wird durch einen gleichgrossen Verlust des Erzeugers ausgeglichen.

Es ist noch viel zu tun an dieser Aufgabe, an welcher ich so lange gearbeitet habe. Eine Anzahl mechanischer Details müssen noch vervollkommnet und einige Schwierigkeiten anderer Natur überwunden werden, und ich kann nicht hoffen, eine selbsttätige, Energie aus dem Medium ziehende Maschine zu erzeugen, ehe noch eine gewisse Zeit verflossen ist, sogar wenn alle meine Erwartungen sich verwirklichen sollten. Viele Umstände sind aufgetreten, die in der letzten Zeit meine Arbeit verzoegert haben, aber aus verschiedenen Gründen war diese Verzoegerung vorteilhaft.

Einer dieser Gründe war, dass ich reichlich Zeit hatte,

darueber nachzudenken, was die ~~endlichen~~ schliesslichen Moeglichkeiten dieser Entdeckung sein koennten. Eine lange Zeit arbeitete ich mit der festen Ueberzeugung, dass die praktische Verwirklichung dieser Methode Energie von der Sonne zu erhalten von unberechenbarem industriellem Werte sein wuerde, aber fortgesetztes Studium des Gegenstandes enthuellte die Tatsache, dass, ~~obgleich~~ obgleich sie geschaeftlich sommerziell, praktisch einfuehrbar sein wird, wenn meine Erwartungen wol begruendet sind, dies doch nicht im ausserordentlichem Masse der Fall sein wird.

Entdeckung unerwarteter Eigenschaften der Atmosphaere - ausserordentliche Versuche - Uebertragung elektrischer Energie durch einen Draht ohne Rueckleitung - Uebertragung durch die Erde ohne jeglichen Draht.

Noch einer dieser Gruende war, dass ich veranlasst wurde zu erkennen, die Uebertragung elektrischer Energie auf beliebige Entfernung durch die Media sei bei weitem die beste Loesung des grossen Problems, die Energie der Sonne zum Gebrauche des Menschen auszunuetzen. Eine lange Zeit war ich ueberzeugt, dass eine solche Uebertragung in industriellem Massstabe nicht bewerkstelligt werden koennte, aber eine Entdeckung die ich machte aenderte meine Ansicht. Ich beobachtete, dass die Atmosphaere, die unter normalen Zustaenden ein hoher Isolator ist, unter gewissen Bedingungen leitende Eigenschaften annimmt und so geeignet wird, beliebige Mengen elektrischer Energie fortzuleiten. Aber die Schwierigkeiten, die einer praktischen Verwertung dieser Entdeckung zum Zwecke der Uebertragung elektrischer Energie im Wege standen, schienen unueberwindlich. Elektrische Spannungen von Millionen von Volt mussten erzeugt und gehandhabt werden; Generatoren neuer Art, imstande die ungeheuren elektrischen Kraftaeusserungen auszuhalten, mussten erfunden und vervollkommnet werden, und vollstaendige Sicherheit gegen die Gefahren des Hochspannungsstromes musste in dem System erreicht werden, bevor auch nur an seine praktische Einfuehrung ge-

dacht werden konnte. Alles ~~dies~~ das liess sich nicht (nun) in ein Paar Wochen oder Monaten, oder gar Jahren. Die Arbeit erforderte Geduld und beständige Hingabe, aber Verbesserungen kamen, wenn auch langsam. Andere Resultate wurden jedoch im Laufe dieser lang fortgesetzten Arbeit erreicht, und ich werde versuchen, eine kurze Beschreibung von denselben zu geben, indem ich die hauptsächlichsten Fortschritte aufzähle in der Reihenfolge, in welcher sie gemacht wurden.

Die Entdeckung der leitenden Eigenschaften der Luft, obgleich unerwartet, war nur ein natürliches Resultat von Experimenten auf einem besonderen Felde, die ich seit mehreren Jahren vordem betrieben hatte. Es war, glaube ich, im Jahre 1889, als gewisse Möglichkeiten, welche von ausserordentlich schnellen elektrischen Schwingungen geboten wurden, mich bewogen, eine Anzahl spezieller, zu ihrer Untersuchung geeigneter Maschinen zu entwerfen. Der eigenartigen Erfordernisse wegen war die Konstruktion dieser Maschinen sehr schwierig und nahm viel Zeit und Mühe in Anspruch; aber meine Arbeit an denselben wurde reichlich belohnt, denn ich erzielte durch sie mehrere neue und wichtige Resultate. Eine der ersten Beobachtungen, die ich mit diesen neuen Maschinen machte war, dass elektrische Schwingungen von ungemein hoher Wechselzahl in ausserordentlicher Weise auf den menschlichen Organismus wirken. So z. B. bewies ich, dass kraftige elektrischen Entladungen von mehreren

hundert tausend Volt, die zu jener Zeit fuer absolut toetlich gehalten wurden, ohne Unbehaglichkeit oder schaedliche Folgen durch den Koerper gesandt werden konnten. Diese Schwingungen erzeugten noch andere spezifische physiologische Wirkungen, die nach meiner Bekanntmachung eifrig von erfahrenen Aerzten aufgenommen und weiter untersucht wurden. Dieses neue Gebiet hat sich ueber alle Erwartung fruchtbar erwiesen, und in den wenigen Jahren, die seitdem verflossen sind, ist es bis zu einem solchen Grade entwickelt worden, dass es heute eine legitime und wichtige Abteilung der medizinischen Wissenschaft bildet. Viele Resultate, die zu jener Zeit fuer unmoeglich gehalten wurden, sind jetzt mit diesen Schwingungen leicht erreichbar, und viele Experimente, von denen man damals nicht traeumte, sind vermoege derselben leicht ausfuehrbar. Mit Vergnuegen denke ich noch daran zurueck, wie ich vor neun Jahren vor einer wissenschaftlichen Versammlung die Entladung einer kraeftigen Induktionsspule durch meinen Koerper sandte, um die verhaeltnismaessige Harmlosigkeit schnell schwingender elektrischer Stroeme zu beweisen, und ich kann mich noch an das Erstaunen meiner Zuhoerer erinnern. Ich wuerde es jetzt unternehmen, mit viel weniger Besorgnis als ich bei jenem Experimente hatte, mit solchen Stroemen die Gesamte der gegenwaertig am Niagara arbeitenden Dynamen - vierzig oder fuenfzig tausend Pferdekraft - durch meinen Koerper zu uebertragen. Ich habe Schwingungen von solcher Intensitaet erzeugt, dass, wenn sie durch meine Arme und Brust zirkulierten, sie

die Drachte zerschmelzen, die meine Haende verbanden, und doch ich keine Unannehmlichkeit verspuert. Ich habe mit diesen Anordnungen eine Schleife aus dickem Kupferdraht so stark geladen, metallische Massen, und sogar Gegenstaende von spezifisch hoeherem Widerstande als das menschliche Gewebe, wenn in die Nahe der Schleife gebracht oder in dieselbe gestellt, auf eine hohe Temperatur erwaermt wurden und schmolzen, oft mit der Heftigkeit einer Explosion, und doch habe ich in demselbigen Raum, wo dieser furchtbar zerstoerende Aufruhr stattfand, wiederholt meinen Kopf gesteckt ohne irgend etwas zu fuehlen oder schaedliche Nachwirkungen zu erleiden.

Noch eine Beobachtung war, dass vermittels solcher Schwingungen Licht auf eine neue und oekonomischere Weise erzeugt werden konnte, und sie versprach zu einem idealen System elektrischer Beleuchtung mit Vakuumroehren zu fuehren, indem sie die Notwendigkeit der Erneuerung der Lampen oder Gluehkoerper, und moeglicherweise auch den Gebrauch von Drachten im Innern der Gebaeude beseitigte. Der Nutzeffekt dieses Lichtes steigt im Verhaeltnis zur Schnelligkeit der Oscillationen, und sein kommercieller Erfolg haengt deshalb ab von der oekonomischen Erzeugung elektrischer Schwingungen aeusserster Geschwindigkeit. In dieser Richtung habe ich in der letzten Zeit erfreulichen Erfolg gehabt, und die praktische Einfuehrung dieses neuen Beleuchtungssystems ist nicht mehr

fern.

Die Versuchungen führten zu vielen anderen, wertvollen Beobachtungen und Resultaten; eines der wichtigsten war der Beweis, dass es möglich ist, elektrische Energie durch einen Draht, ohne Rückleitung, zu liefern. Anfangs konnte ich auf diese neue Weise nur eine kleine Menge elektrischer Energie uebertragen, aber auch auf diesem Gebiete sind meine Anstrengungen mit aehnlichem Erfolge belohnt worden.

Die Photographie in Fig. 3 illustriert, wie die sie begleitende Erlaeuterung erklaert, eine wirkliche Uebertragung dieser Art, ausgefuehrt mit Apparaten, die auch zu den anderen hier beschriebenen Experimenten benutzt wurden. Bis zu welchem Grade der Vollkommenheit die Vorrichtungen seit meinen ersten Demonstrationen vor einem wissenschaftlichen Vereine im Anfange des Jahres 1891 gebracht worden sind, damals als meine Apparate kaum imstande waren, eine Lampe zu erleuchten (ein Resultat, das als wunderbar angesehen wurde) wird klar sein, wenn ich sage, dass es mir jetzt keine Schwierigkeiten bereitet, auf diese Weise vier bis fuenf hundert Lampen zu erleuchten, und dass ich eine noch viel groessere Anzahl erleuchten koennte. In der Tat, die Energiemenge, die so zum Betriebe irgend einer elektrischen Vorrichtung geliefert werden kann ist unbegrenzt.

Nachdem ich die Moeglichkeit dieser Uebertragungsmethode bewiesen hatte, kam mir natuerlich der Gedanke, die Erde als Leiter zu verwenden und so alle Drahtleitungen abzuschaffen. Was auch die Elektrizitaet sein mag, es ist eine Tatsache, dass sie sich

wie eine unmessbare flüssigkeit verhält, und dass die Erde als ein ungeheures Reservoir von Elektrizität angesehen werden darf, die, glaube ich, durch eine richtig entworfene Maschine auf effektive Weise aus dem Gleichgewichtszustand gebracht werden könnte. Demgemäss war mein nächstes Streben darauf gerichtet, einen besonderen Apparat zu vervollkommnen, der zur Erzeugung einer Steerung der Elektrizität in der Erde höchst wirksam sein würde. Der Fortschritt in dieser neuen Richtung war notwendigerweise langsam und die Arbeit entmutigend, bis es mir endlich gelang, eine neue Art von Transformatoren oder Induktionsspulen zu vervollkommnen, die sich besonders für diesen speziellen Zweck eignen. Dass es möglich ist, auf diese Weise nicht nur winzige Energiemengen zur Betätigung empfindlicher elektrischer Vorrichtungen, wie ich anfänglich beabsichtigte, sondern auch elektrische Energie in grossen Mengen zu übertragen, wird aus einer Betrachtung der Figur 4 hervorgehen, die ein wirkliches, mit denselben Apparate verrichtetes Experiment dieser Art darstellt. Das erzielte Resultat war um so bemerkenswerter, da das obere Ende der Spule nicht mit einem Drahte oder einer Platte zur Erhöhung des Effekts verbunden war.

"Drahtlose" Telegraphie - Das Geheimnis der Abstimmung - Irrtuemer in den Hertz'schen Versuchen - Ein Empfaenger von wunderbarer Empfindlichkeit.

Das erste Resultat meiner Versuche auf diesem letzteren Gebiete war ein System der Telegraphie ohne Draht, welches ich in zwei wissenschaftlichen Vortraegen im Februar und Maerz 1893 beschrieben habe. In Schema c ist es mechanisch dargestellt. Der obere Teil zeigt die elektrische Einrichtung, wie ich sie damals beschrieb, waehrend der untere Teil das mechanische Analogon illustriert. Das System beruht auf ausserordentlich einfachen Grundsaetzen. Man denke sich zwei Stimmgabeln F F1, eine auf der Sendestation und die andere ~~beziehungsweise~~ auf der Empfangsstation, und an die unteren Zinke einer jeden einen winzigen Kolben befestigt, der in einen Cylinder passt. Beide Cylinder stehen in Verbindung mit einem grossen Reservoir R mit elastischen Waenden, welches als geschlossen und mit einer leichten, unzusammendrueckbaren Fluessigkeit angefuellt zu denken ist. Durch wiederholtes Anschlagen einer der Zinken der Stimmgabel F wuerde der kleine Kolben p unten in Schwingung versetzt werden, und die Schwingungen, durch die Fluessigkeit uebertragen, wuerden die entfernte Gabel F1 erreichen, die auf Gabel F oder, mit anderen Worten, auf dieselbe Note als diese "abgestimmt" ist. Die Gabel F1 wuerde nun in Schwingung gesetzt

werden, und ihre Schwingungen würden durch die fortgesetzte Wirkung der Gabel F verstärkt werden, bis ihre obere Zinke, weit genug schwingend, elektrische Verbindung machen würde mit einem festen Kontakt c" und so irgend welche elektrische oder andere Apparate, die zum Registrieren der Signale dienen können, in Tätigkeit setzen würde. Auf diese einfache Weise könnten Depeschen zwischen zwei Stationen ausgewechselt werden, indem auch in der Nähe der oberen Zinke der Gabel F ein ähnlicher Kontakt c' angebracht würde, sodass der Apparat auf jeder Station abwechselnd als Empfänger und Sender benutzt werden könnte.

Das in der oberen Figur von Schema c illustrierte elektrische System ist genau dasselbe; die zwei Drähte oder Stromkreise E S P und E^1 S^1 P^1, die vertikal in die Höhe gehen, treten an die Stelle der beiden Stimmgabeln mit den daran befestigten Kolben. Diese Stromkreise sind mit der Erde verbunden durch die Platten E E^1 und mit zwei erhöhten Metallflächen P P^1, welche Elektrizität aufspeichern und so bedeutend die Wirkung erhöhen. Das geschlossene Reservoir mit elastischen Wänden wird in diesem Falle durch die Erde vertreten, und die Flüssigkeit durch Elektrizität. Beide Stromkreise sind "abgestimmt" und funktionieren genau wie die zwei Stimmgabeln. Anstatt auf der Sendestation die Gabel F anzuschlagen, werden in dem vertikalen Sende- oder Uebertragungsdrähte ~~elektrische Schwingungen erzeugt~~, wie z. B. durch die Tätigkeit schon

elektrische Schwingungen erzeugt

einer in diesen Draht eingeschlossenen Quelle S, welche sich durch die Erde verbreiten, den fernen vertikalen Empfangsdraht l g^1 p^1 erreichen und in demselben entsprechende elektrische Schwingungen erregen. In letzteren Draht ist eine empfindlicher Vorrichtung S' Empfaenger g^1 eingeschlossen, der so in Taetigkeit gesetzt wird und ein Relai oder anderes Instrument in Betrieb bringt. Jede Station ist natuerlich sowol mit einer Quelle elektrischer Schwingungen S als auch mit einem empfindlichen Empfaenger g^1 versehen, und es wird eine einfache Vorrichtung getroffen, um jeden der beiden Drahte abwechselnd zum Senden und Empfangen von Depeschen zu gebrauchen.

Die genaue Abstimmung der beiden Stromkreise gewaehrt grosse Vorteile und ist in der Tat von wesentlicher Bedeutung bei der praktischen Verwendung des Systems. Es existieren in dieser Beziehung viele populaere Irrtuemer, und in den technischen Berichten ueber diesen Gegenstand werden, in der Regel, Stromkreise und Vorrichtungen als diese Vorzuege besitzend beschrieben, wenn aus ihrer Beschaffenheit gerade klar hervorgeht, dass dies unmoeglich ist. Zur Erzielung der besten Resultate ist es wesentlich, dass die Laenge eines jeden Drahtes oder Stromkreises, von der Erdverbindung bis an das obere Ende, einer Viertel-Wellenlaenge der elektrischen Schwingung in dem Drahte gleich sei, oder einer gleich jener Laenge multipliziert mit einer ungeraden Zahl. Ohne die Be-

obachtung dieser Regel ist es tatsaechlich unmoeglich, Interferenz der Botschaften zu verhueten oder ihre Geheimhaltung zu sichern. Darin besteht das Geheimnis der Abstimmung. Um die allerbesten Resultate zu erlangen ist es jedoch notwendig, zu elektrischen Schwingungen niedriger Frequenz Zuflucht zu nehmen. Mit dem allgemein von Forschern angewandten Hertz'schen Funkenapparate, der Oscillationen sehr hoher Frequenz erzeugt, ist eine wirksame Abstimmung nicht moeglich, und geringe Stoerungen reichen hin, um eine Auswechselung von Depeschen unthunlich zu machen. Aber wissenschaftlich entworfene, zweckmaessige Vorrichtungen gestatten ein fast vollkommenes Adjustieren. Ein Experiment, welches mit dem wiederholt erwaehnten verbesserten Apparate angestellt und dazu bestimmt war, von dieser Eigenschaft eine Vorstellung zu geben, ist in Fig. 3 illustriert, die durch den ihr beigefuegten Text hinlaenglich erlaeutert ist.

Seitdem ich diese einfachen Grundsaetze der Telegraphie ohne Drähte beschrieb, habe ich oft Gelegenheit gehabt zu bemerken, dass die identischen Mittel und Elemente in dem offenbaren Glauben gebraucht worden sind, die Signale wuerden durch Hertz'sche Strahlungen auf betraechtliche Entfernungen uebertragen. Dieses ist nur eines der Missverstaendnisse, zu denen die Forschungen des leider zu frueh verstorbenen Physikers Anlass gegeben haben. Vor etwa drei und dreissig Jahren entwickelte Maxwell, ein von Faraday im Jahre 1845 gemachtes Experiment verfolgend, eine ideal einfache Theorie, welche

Licht, strahlende Waerme und elektrische Phaenomena eng verband, indem sie alle ~~erklaerte~~ als ~~herruehrend~~ von Schwingungen einer hypothetischen Fluessigkeit von unbegreiflicher Feinheit, genannt, ~~der~~ äther, ~~herrührend~~ erklärte. Ein experimenteller Beweis wurde nicht erreicht bis Hertz, auf Anregung von Helmholtz, eine Reihe von Experimenten zu diesem Zwecke unternahm. Hertz ging mit ausserordentlichem Geist und Einsicht zu Werke, widmete jedoch der Vervollkommnung seiner altmodischen Apparate wenig Aufmerksamkeit. Die Folge davon war, dass er verfehlte zu beobachten, welch eine wichtige Rolle die Luft bei seinen Experimenten spielte, wie ich spaeter entdeckte. Ich wiederholte seine Versuche und als ich andere Resultate erreichte, wagte ich es, auf dieses Versehen hinzudeuten. Die Kraft der von Hertz aufgestellten Beweise zur Unterstuetzung der Maxwell'schen Theorie beruhte auf der richtigen Abschaetzung der Schwingungsdauer der Stromkreise, die er gebrauchte. Aber ich stellte fest, dass er nicht Schwingungen von solcher Dauer, wie er vermeintlich bekam, haette erhalten koennen. Die Schwingungen sind bei Apparaten identisch mit denen, die er anwandte, in der Regel viel langsamer, was von der Gegenwart der Luft herruehrt, die auf einen schnell schwingenden elektrischen Stromkreis hoher Spannung eine daempfende Wirkung ausuebt, wie eine Fluessigkeit auf eine vibrierende Stimmgabel. Ich habe seit der Zeit jedoch noch Gruende fuer andere Fehler entdeckt, und ich habe schon lange aufgehoert, seine Resultate als

experimentellen Beweis der poetischen Auffassungen Maxwell's zu ansehen. Die Arbeit des grossen deutschen Physikers hat gewirkt als ein maechtiger Sporn fuer elektrische Forschung in der Neuzeit, hat aber gleichfalls durch seinen Zauber den wissenschaftlichen Geist gewissermaassen gelaehmt und so selbstaendige Forschung verhindert. Jedes neu entdeckte Phaenomenon wurde der Theorie angepasst, und die Wahrheit ist so sehr oft entstellt worden.

Als ich dieses System der Telegraphie bekannt machte, herrschte in meinem Geiste die Idee vor, Verbindung auf jede Entfernung durch die Erde oder das umgebende Medium zustande zu bringen, denn ich hielt ein solches praktisches Ergebnis fuer ueber alle Maassen wichtig, hauptsaechlich wegen der moralischen Wirkung, die es in der ganzen Welt erzeugen musste. Als ersten Versuch zu diesem Zwecke schlug ich zu jener Zeit die Anwendung von Relaisstationen mit abgestimmten Stromkreisen vor, in der Hoffnung, so das Signalisieren auf weite Entfernungen, sogar mit den mir damals zur Verfuegung stehenden maessig kraeftigen Apparaten moeglich zu machen. Ich war jedoch ueberzeugt, dass mit zweckmaessig entworfenen Maschinen Signale nach irgend einem Punkte der Erde uebertragen werden konnten, welchen auch immer die Entfernung sei, ohne die Notwendigkeit solche Zwischenstationen zu verwenden. Ich gewann diese Ueberzeugung durch die Entdeckung eines seltsamen elektrischen Phaenomenons, welches ich anfangs 1892 ~~[illegible]~~, in Vortraegen

gehalten vor wissenschaftlichen Vereinen in Europa, und welches ich beschrieb
"rotierendes Lichtbueschel" genannt habe. Es ist dies ein Lichtbueschel, das sich unter gewissen Bedingungen in einer Vakuumbirne bildet, und welches gegen magnetische und elektrische Einfluesse eine Empfindlichkeit besitzt, die an das Uebernatuerliche grenzt. Dieses Lichtbueschel wird durch den Magnetismus der Erde mit grosser Geschwindigkeit, bis zwanzig tausend mal in der Sekunde, rotiert; in unseren Gegenden dreht es sich in entgegengesetzter Richtung als auf der suedlichen Hemisphaere, während es sich in der Nachbarschaft des magnetischen Aequators gar nicht drehen sollte. In seinem empfindlichsten Zustande, welcher schwer zu erreichen ist, spricht es bis zu einem fast unglaublichen Grade auf elektrische oder magnetische Einfluesse an. Das blosse Steifmachen der Armmuskeln des in einiger Entfernung stehenden Beobachters und die daraus erstehende geringe elektrische Veraenderung in seinem Koerper macht auf dasselbe einen merklichen Eindruck. In diesem hoechst empfindlichen Zustande vermag es, die geringsten in der Erde stattfindenden elektrischen oder magnetischen Aenderungen anzudeuten. Die Beobachtung dieses wunderbaren Phaenomenons staerkte in mir maechtig das Gefuehl, dass mit seiner Huelfe Verstaendigung auf irgend eine Entfernung leicht bewerkstelligt werden konnte, vorausgesehen ein Apparat konnte vervollkommnet werden, der imstande war, in dem elektrischen oder magnetischen

Zustande der Erdkugel oder des umgebenden Mediums eine Aenderung, und sei sie auch noch so gering, hervorzurufen.

Entwickelung eines neuen Prinzips - Der elektrische Oscillator - Erzeugung ungeheurer elektrischer Bewegungen - Die Erde antwortet dem Menschen - Verstaendigung zwischen Planeten nun wahrscheinlich.

Ich beschloss, mein ganzes Streben dieser verwegenen Aufgabe zuzuwenden, obgleich sie grosse Opfer erforderte, denn die Schwierigkeiten, welche ueberwunden werden mussten waren derart, dass ich sie nur nach jahrelanger Arbeit zu loesen hoffen durfte. Dies bedeutete Verzoegerung anderer Arbeit, der ich mich mit Vorliebe gewidmet hatte, aber ich kam zu der Ueberzeugung, dass ich meine Kraefte nicht zu besserem Nutzen verwenden konnte; denn ich erkannte, dass ein zweckdienlicher Apparat zur Erzeugung elektrischer Schwingungen, wie er zu diesem besonderen Vorhaben noetig war, auch der Schluessel zur Loesung anderer hoechst wichtiger elektrischer und, in der Tat, menschlicher Probleme. Nicht nur war Verkehr ohne Draht auf jede Entfernung vermittels desselben moeglich, sondern auch die Uebertragung von Energie in grossen Mengen, das Verbrennen atmosphaerischen Stickstoffes, die Erzeugung eines oekonomischen Beleuchtungsmittels und viele andere Resultate von unschaetzbarem wissenschaftlichem und industriellem Werte. Endlich hatte ich jedoch die Genugtuung, die unternommene Aufgabe zu vollenden durch Anwendung eines neuen Prinzips, dessen Wirkungskraft auf den wunderbaren Eigenschaften des elektrischen Kondensators be-

ruht. Eine derselben ist, dass er seine aufgespeicherte Energie in unberechenlich kurzer Zeit entladen oder explodieren kann. Infolge dessen giebt es nichts, was der Gewalt seiner Explosion gleichkommt. Die Explosion von Dynamit ist nur wie der Atem eines Schwindsuechtigen im Vergleich zu seiner Entladung. Vermoege desselben kann man den staerksten Strom, die hoechste elektrische Spannung, den groessten Aufruhr im Medium erzeugen. Noch eine seiner Eigenschaften von gleichgrossem Werte ist, dass seine Entladung mit beliebiger Geschwindigkeit, bis zu vielen Millionen Malen in der Sekunde, vibrieren kann.

Ich hatte in den auf andere Weisen erreichbaren Geschwindigkeiten die Grenze erreicht, als ich auf den gluecklichen Einfall kam, zu dem Kondensator Zuflucht zu nehmen. Ich richtete ein solches Instrument so ein, dass es in schneller Aufeinanderfolge abwechselnd geladen und entladen wurde durch eine Spule mit einigen Windungen dicken Drahtes, welcher die Primaere eines Transformators oder einer Inductionsspule bildete. Jedes Mal, wenn der Kondensator entladen wurde, zitterte der Strom in dem Primaerdrahte und induzierte entsprechende Oscillationen in dem sekundaeren. So wurde, nach neuen Prinzipien, ein Transformator oder Induktorium entwickelt, von mir "der elektrische Oscillator" genannt, welcher teilnimmt an jenen eigenartigen Qualitaeten, die den Kondensator charakterisieren und uns gestattet Resultate zu erzielen, die mit andern Mitteln unmoeglich sind. Elektrische Effekte von beliebigem Charakter

und von unerhoerter Intensitaet lassen sich nun leicht erzeugen mit vervollkommneten Apparaten dieser Art, die schon haeufig erwaehnt wurden und deren wesentliche Bestandteile in Figur 6 gezeigt sind. Fuer gewisse Zwecke ist ein starker Induktionseffekt notwendig; fuer andere die Grosstmoeglichste Ploetzlichkeit; fuer noch andere eine aussergewoehnlich schnelle Schwingung oder ausserordentlich hohe Spannung; waehrend fuer gewisse andere Zwecke ungeheure elektrische Bewegungen noetig sind. Die Photographien von Experimenten in Figur 7, 8, 9 und 10 moegen dazu dienen, einige dieser Eigenschaften zu illustrieren und eine Idee zu geben von der Grosse der Effekte, die tatsaechlich erzeugt wurden. Die Vollstaendigkeit der Unterschriften der Abbildungen macht ihre weitere Beschreibung unnoetig.

Wie ausserordentlich die gezeigten Resultate auch erscheinen moegen, so sind sie doch nur geringfuegig im Vergleich mit denen, die mit Apparaten, entworfen nach diesen selbigen Grundsaetzen, erreichbar sind. Ich habe elektrische Entladungen erzeugt, deren wirklicher Pfad, von Ende bis Ende, wahrscheinlich laenger als hundert Fuss war; aber es wuerde nicht schwierig sein, hundert mal so lange Entladungen zu erreichen. Ich habe elektrische Bewegungen erzeugt, die annaehernd hundert tausend Pferdestaerken erreichten, aber Bewegungen von einer, fuenf oder zehn Millionen Pferdestaerken sind leicht moeglich. In diesen Experimenten wurden Effekte her-

vorgerufen möglicherweise grösser als je von Menschenhand erzeugt worden sind, und doch sind diese Resultate nur der Keim dessen, was werden soll.

Dass Verkehr ohne Drahte mit irgend einem Punkte der Erde mittels solcher Apparate moeglich ist, duerfte wol keinen Beweis erfordern, aber eine Entdeckung, die ich machte, lieferte mir davon absolute Gewissheit. Populaer erklaert, ist sie genau wie folgt: Wenn wir unsere Stimme erheben und hoeren ein Echo antworten, dann wissen wir, dass der Schall unserer Stimme eine ferne Wand oder Begrenzung erreicht haben und von dort reflektiert worden sein muss. Eben so wie der Schall wird auch eine elektrische Welle reflektiert, und einen gleichen Beweis, wie das Echo, liefert ein elektrisches Phaenomenon, welches als eine "stehende Welle" bekannt ist - das heisst, eine Welle mit festen Knoten- und Bauchpunkten. Anstatt Schallschwingungen nach einer fernen Wand zu senden, habe ich elektrische Schwingungen nach den fernen Grenzen der Erde gesendt, und anstatt der Wand hat die Erde geantwortet. Statt eines Echos habe ich eine stehende elektrische Welle erhalten, eine Welle, die aus weiter Ferne reflektiert wurde.

Stehende Wellen in der Erde bedeuten mehr, als blosse Telegraphie ohne Draht auf jede Entfernung. Sie werden uns instand setzen, viele wichtige spezifische Resultate zu erzielen, die sonst unmoeglich sind. So z. B. koennen wir vermoege derselben von einer

Sendestation aus in irgend einer besonderen Gegend der Erdkugel nach Belieben eine elektrische Wirkung erzeugen; wir koennen die relative Lage oder den Kurs eines sich bewegenden Gegenstandes, wie eines Schiffes auf der See, feststellen, sowie auch die Entfernung, welche es zurueckelegt, oder seine Geschwindigkeit; oder wir koennen eine Elektrizitaetswelle mit beliebiger Schnelligkeit ueber die Erde wandern lassen, vom Gang einer Schildkroete bis Blitzesschnelle.

Mit diesen Entwickelungen haben wir guten Grund zu erwarten, dass in nicht sehr ferner Zeit die meisten telegraphischen Depeschen ueber die Seen ohne Kabel werden uebertragen werden. Fuer kurze Entfernungen brauchen wir ein "drahtloses" Telephon, welches keine erfahrenen Waerter benoetigt. Je grosser die zu ueberbrueckenden Raeume sind, desto rationeller wird der Verkehr ohne Drachte. Das Kabel ist nicht nur ein leicht beschaedigtes und kostbares Instrument, sondern es beschraenkt uns auch in der Geschwindigkeit der Uebertragung wegen einer gewissen Eigenschaft, die mit seiner Konstruktion untrennbar verbunden ist. Eine richtig entworfene Anlage fuer drahtlosen Verkehr sollte eine viele Male so grosse Arbeitsfaehigkeit besitzen als ein Kabel, waehrend sie mit unvergleichlich geringerem Kostenaufwand verbunden sein wird. Es wird nicht lange dauern, glaube ich, ehe der Verkehr mittels Kabel aufgegeben werden wird, und das Signalisieren nach dieser neuen Methode wird nicht nur schneller und billiger ~~sein~~, son-

dern auch viel sicherer. Die Anwendung neuer Mittel zur Absonderung der Depeschen, welche ich ersonnen habe, gewaehrt eine fast vollkommene Geheimhaltung.

Bisher habe ich obige Effekte nur auf die geringe Entfernung von etwa sechs hundert Meilen beobachtet, da aber die Kraft der Schwingungen, die mit einem solchen Oscillator erzeugt werden koennen, tatsaechlich keine Grenzen hat, bin ich von dem Erfolg einer solchen Anlage zur Herstellung transatlantischen Verkehrs völlig [illegible] ueberzeugt. Und dies ist nicht alles. Meine Messungen und Berechnungen haben gezeigt, dass es vollkommen moeglich ist, durch Anwendung dieser Prinzipien auf unserer Erdkugel eine elektrische Bewegung von solcher Macht zu erzeugen, dass ohne den geringsten Zweifel ihr Effekt auf einigen der naeheren Planeten, wie Venus oder Mars, wahrnehmbar sein wuerde. Also ist aus der blossen Moeglichkeit eines interplanetarischen Verkehrs eine Wahrscheinlichkeit geworden. Dass wir auf einem dieser Planeten einen entschiedenen Effekt erzeugen koennen auf diese neue Weise, naemlich durch die Stoerung des elektrischen Zustandes der Erde, ist in der Tat ueber allen Zweifel erhoben. Dieser Weg einen solchen Verkehr herzustellen unterscheidet sich jedoch wesentlich von allen andern, die bisher von wissenschaftlichen Maennern vorgeschlagen worden sind. In allen diesen fruecheren Faellen konnte nur ein winziger Bruchteil der gesamten Energie, die den Planeten erreichte - so viel wie

moeglicherweise in einem Reflektor konzentriert werden konnte - von dem vermutlichen Beobachter in seinem Instrumente verwertet werden. Aber durch die Mittel, welche ich entwickelt habe, wuerde er befaehigt sein, den groesseren Teil der ganzen, nach dem Planeten uebertragenen Energie in seinem Instrumente zu konzentrieren, und die Moeglichkeit auf dieses einzuwirken ist dadurch millionenfach vergroessert.

Ausser der Maschinerie zur Erzeugung von Schwingungen von der erforderlichen Kraft muessen wir empfindliche Mittel haben, welche geeignet sind, die schwachen Einfluesse, welche auf die Erde ausgeuebt werden, anzuzeigen. Auch fuer solche Zwecke habe ich neue Methoden vervollkommnet. Vermoege derselben werden wir unter Anderen auch imstande sein, auf betraechtliche Entfernungen die Gegenwart eines Eisberges oder irgend eines anderen Gegenstandes auf dem Meere zu entdecken. Vermoege derselben habe ich auch einige neue irdische Phaenomene entdeckt, die noch unerklaert sind. Dass wir eine Botschaft nach einem Planeten senden koennen ist gewiss, dass wir eine Antwort erhalten koennen ist wahrscheinlich: der Mensch ist nicht das einzige geistbegabte Wesen in der Unendlichkeit.

Uebertragung elektrischer Energie ohne Draht auf jede Entfernung - Nur moeglich - Das beste Mittel zur Steigerung der Kraft, welche die menschliche Rasse beschleunigt.

Die wertvollste Beobachtung, die im Laufe dieser Forschungen gemacht wurde, war das ausserordentliche Benehmen der Atmosphaere gegen elektrische Impulse von uebermaessiger elektromotorischer Kraft. Die Versuche zeigten, dass die Luft bei gewoehnlichem Druck entschieden leitend wurde, und dies eroeffnete die wunderbare Aussicht, grosse Mengen elektrischer Energie fuer Industriezwecke ohne Draht auf weite Entfernungen zu uebertragen, eine Moeglichkeit, an die man bis zu jener Zeit nur als einen Traum der Wissenschaft gedacht hatte. Weitere Nachforschungen enthuellten die wichtige Tatsache, ~~mehrmals bewiesen~~ dass die Leitungsfaehigkeit, welche der Luft durch diese elektrischen Impulse von vielen Millionen Volt verliehen wurde, mit dem Grade der Verduennung sehr rasch zunahm, sodass sehr maessig hohe Luftschichten, die leicht zugaenglich sind, nach allen auf Versuchen begruendeten Beweisen fuer Stroeme dieses Charakters ein vollkommener Leitungspfad ~~sind~~, der besser als ein Kupferdraht ist, bilden,

So eroeffnete die Entdeckung dieser neuen Eigenschaften der Atmosphaere nicht nur die Moeglichkeit, Energie in grossen Mengen ohne Drahte zu uebertragen, sondern, was von noch grosserer

Tragweite ist, sie lieferte auch die Gewissheit, dass Energie auf diese Weise oekonomisch uebertragen werden konnte. In diesem neuen System ist es von geringer - in der Tat fast gar keiner - Bedeutung, ob die Uebertragung auf einige Meilen oder auf einige tausend Meilen stattfindet.

Wenn ich auch eine betrachtliche Energiemenge, die von industrieller Bedeutung sein wuerde, noch nicht nach dieser neuen Methode auf grosse Entfernung uebertragen habe, so habe ich mehrere Versuchsanlagen betrieben genau unter denselben Bedingungen, die in einer grossen Anlage dieser Art vorhanden sein werden, und die Ausfuehrbarkeit des Systems ist vollkommen bewiesen. Die Versuche haben endgueltig gezeigt, dass mit zwei Polen, erhalten in einer Hoehe von nicht mehr als dreissig bis fuenf-unddreissig tausend Fuss ueber dem Meeresspiegel, und mit einer Spannung von fuenfzehn bis zwanzig Millionen Volt die Energie von tausenden von Pferdekraften uebermittelt werden kann auf Entfernungen, die hunderte und, wenn noetig, tausende von Meilen betragen koennen. Ich hoffe jedoch, dass ich imstande sein werde, die Hoehe, welche jetzt fuer die Endpole noetig ist, sehr erheblich zu vermindern, und zu diesem Zwecke folge ich einer Idee ~~nach~~, die eine solche Verwirklichung verspricht. Es existiert natuerlich ein populaeres Vorurteil gegen die Anwendung einer Spannung von Millionen von Volt, die Funken bis auf hunderte von Fuss aussenden ~~zu Tragen vermoegen~~ kann, aber, wie widersinnig es auch scheinen moege, das System, wie ich es in

einem technischen Werke beschrieben habe, gewaehrt grossere persoenliche Sicherheit, als die meisten gewoehnlichen Verteilungsnetze, die jetzt in Staedten gebraucht werden. Dies wird gewissermassen bezeugt durch die Tatsache, dass, obgleich ich solche Experimente seit einer Reihe von Jahren betrieben habe, weder ich noch irgend einer meiner Assistenten eine Verletzung davongetragen hat.

Um aber eine praktische Einfuehrung des Systems moeglich zu machen, sind noch eine Anzahl von wesentlichen Anforderungen zu erfuellen. Es ~~genuegt~~ genuegt nicht, Vorrichtungen zu entwickeln, vermittels derer eine solche Uebertragung bewerkstelligt werden kann. Die Maschinerie muss von solcher Beschaffenheit sein, dass sie die Umwandlung und Uebertragung elektrischer Energie unter hoechst oekonomischen und praktischen Bedingungen gestattet. Ferner muss denen, die sich mit der industriellen Ausbeutung natuerlicher Kraftquellen, wie Wasserfaellen, beschaeftigen, ein Beweggrund geboten werden, es muss ihnen ein grosserer Gewinn auf das angelegte Kapital gesichert sein, als sie durch lokale Entwickelung des Eigentums erwerben koennen.

Von dem Augenblicke an, als die Beobachtung gemacht wurde, dass, im Gegensatz zu der bestehenden Ansicht, niedrige und leicht erreichbare Schichten der Atmosphaere imstande sind, Elektrizitaet fortzuleiten, ist die Uebertragung elektrischer Energie ohne

Brachte eine rationelle Aufgabe fuer den Ingenieur geworden, eine Aufgabe, die alle anderen an Wichtigkeit uebertrifft. Ihre praktische Loesung wuerde bedeuten, dass Energie fuer die Beduerfnisse des Menschen an allen Orten der Erde zur Verfuegung stehen wuerde, nicht in kleinen Mengen, wie man sie durch geeignete Maschinen aus dem umgebenden Medium ziehen koennte, sondern in tatsaechlich unbegrenzten Quantitaeten, von Wasserfaellen. Der Export von Kraft wuerde dann zur Haupteinkunftsquelle werden fuer viele guenstig gelegene Laender, wie die Vereinigten Staaten, Canada, Central- und Sued-Amerika, die Schweiz und Schweden. Die Menschen koennten sich dann ueberall ansiedeln, mit wenig Muehe den Boden fruchtbar machen und verbessern, duerre Wuesten in Gaerten verwandeln, und so die ganze Erde umgestalten und zu einem passenderen Wohnort fuer die Menschheit gemacht werden. Es ist hoechst wahrscheinlich, dass, wenn sich auf dem Mars intelligente Wesen befinden, sie laengst diese selbige Idee verwirklicht haben, was die von Astronomen beobachteten Veraenderungen seiner Oberflaeche erklaeren wuerde. Da die Atmosphaere auf diesem Planeten von bedeutend geringerer Dichtigkeit ist als die der Erde, waere die Aufgabe viel leichter.

Es ist wahrscheinlich, dass wir bald eine selbsttaetige Waermemaschine haben werden, die imstande ist, maessige Energiemengen aus dem umgebenden Medium zu ziehen. Es besteht auch eine Moeglichkeit, - wenn auch eine geringe - dass wir elektrische Energie

unmittelbar von der Sonne gewonnen kommen. Dies duerfte der Fall sein, wenn die Maxwell'sche Theorie, nach welcher elektrische Schwingungen jeder Geschwindigkeit von der Sonne ausgehen sollten, wahr ist. Ich bin noch mit der Untersuchung dieses Gegenstandes beschaeftigt. Sir William Crookes hat in seiner schoenen Erfindung, bekannt als das "Radiometer", bewiesen, dass Strahlen durch Stoss eine mechanische Wirkung hervorbringen koennen, und dies koennte zu wichtigen Enthuellungen bezueglich der Ausnuetzung der Sonnenstrahlen auf neuen Wegen fuehren. Andere Energiequellen moegen erooffnet und neue Methoden Energie von der Sonne zu gewinnen entdeckt werden, aber keine dieser oder aehnlicher Errungenschaften wuerde an Wichtigkeit der Uebertragung von Kraft durch das Medium auf beliebige Entfernungen gleichkommen. Ich kann mir keinen technischen Fortschritt denken, der mit groesserer Wirksamkeit dahin streben wuerde, die verschiedenen Elemente der Menschheit zu vereinigen, als dieser, und keinen, der mehr zu der menschlichen Energie hinzufuegen und sie mehr schonen wuerde. Er wuerde das beste Mittel sein zur Steigerung der Kraft, welche die menschliche Rasse beschleunigt. Der blosse moralische Einfluss einer solch radikalen Neuerung wuerde unberechenbar sein. Wenn andererseits an irgend einem Orte der Erde Energie mittels einer selbsttaetigen Waermemaschine oder auf andere Weise in beschraenkten Quantitaeten aus dem umgebenden Medium gewonnen werden kann, werden die Zustaende bleiben wie zuvor. Die

menschliche Leistung wird erhoeht werden, aber die Menschen werden sich fremd bleiben, wie sie waren.

Ich vermute dass viele, nicht vorbereitet auf diese Resultate, die mir durch lange, vertraute Bekanntschaft einfach und selbstverstaendlich erscheinen, sie als noch weit von praktischer Anwendung entfernt betrachten werden. Solche Zurueckhaltung, und sogar Widerstand einiger ist eine ebenso nuetzliche Eigenschaft und ein ebenso noetiges Element fuer den menschlichen Fortschritt, als die schnelle Empfaenglichkeit und der Enthusiasmus anderer. So erhoeht eine Masse, die zuerst der Kraft widerstrebt, die Energie, wenn sie einmal in Bewegung gesetzt ist. Der wissenschaftliche Mann trachtet nicht nach einem sofortigen Resultate. Er erwartet nicht, dass seine fortgeschrittenen Ideen bereitwillig aufgenommen werden. Seine Arbeit ist wie die des Pflanzers - fuer die Zukunft. Seine Pflicht ist, den Grundstein zu legen fuer die, welche kommen werden, und ihnen den Weg zu zeigen. Er lebt und wirkt und hofft mit dem Dichter, der da sagt:

Schaff', das Tagwerk meiner Haende,
Hohes Gluueck, dass ich's vollende!
Lass, o lass mich nicht ermatten!
Nein, es sind nicht leere Traeume:
Jetzt nur Stangen, diese Baeume
Geben einst noch Frucht und Schatten!